



Tesis Doctoral

**SIMULACIÓN AVANZADA  
DE NIÑOS GRAVEMENTE ENFERMOS.  
EVALUACIÓN DE SU UTILIDAD  
COMO MÉTODO DE CAPACITACIÓN  
Y FORMACIÓN CONTINUADA.  
EL CASO DE LA ANAFILAXIA**

**José Domingo Moure González**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
Departamento de Pediatría**

**SANTIAGO DE COMPOSTELA 2015**





**Tesis Doctoral**

**SIMULACIÓN AVANZADA  
DE NIÑOS GRAVEMENTE ENFERMOS.  
EVALUACIÓN DE SU UTILIDAD  
COMO MÉTODO DE CAPACITACIÓN  
Y FORMACIÓN CONTINUADA.  
EL CASO DE LA ANAFILAXIA**

**Fdo. José Domingo Moure González**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
Departamento de Pediatría**

**SANTIAGO DE COMPOSTELA 2015**







**Departamento de Pediatría  
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA**

**TESIS DOCTORAL:  
SIMULACIÓN AVANZADA DE NIÑOS GRAVEMENTE  
ENFERMOS. EVALUACIÓN DE SU UTILIDAD COMO  
MÉTODO DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN  
CONTINUADA. EL CASO DE LA ANAFILAXIA**

**D. José Domingo Moure González**

**DIRECTORES:**

**Prof. Dr. Antonio Rodríguez Núñez**

**Profesor Titular de Enfermería**

**Facultad de Enfermería. Universidad de Santiago de Compostela**

**Prof. Dr. José María Martínón Sánchez**

**Catedrático de Pediatría**

**Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Santiago de  
Compostela**

**SANTIAGO DE COMPOSTELA 2015**





**Departamento de Pediatría  
Universidad de Santiago**

**D. José María Martínón Sánchez, catedrático de Pediatría de la Universidad de Santiago de Compostela y D. Antonio Rodríguez Núñez, profesor titular de la Universidad de Santiago de Compostela.**

CERTIFICAN:

Que la presente tesis titulada **“SIMULACIÓN AVANZADA DE NENOS GRAVEMENTE ENFERMOS. AVALIACIÓN DA SÚA UTILIDADE COMO MÉTODO DE CAPACITACIÓN E FORMACIÓN CONTINUADA. EL CASO DE LA ANAFILAXIA”** ha sido realizado por **D. José Domingo Moure González** bajo su dirección. Lo han revisado y a su juicio reúne todos los requisitos pertinentes para su presentación y lectura, a fin de optar al grado de Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela.

Y para que así conste, firmamos el presente en Santiago de Compostela, a 9 de Noviembre de 2015

Prof. José María Martínón Sánchez

Prof. Antonio Rodríguez Núñez



**D. José Domingo Moure González**, con DNI 44.826.947-Q, licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad de Santiago de Compostela.

DECLARA:

Ser el autor de la presente tesis que lleva por título **“SIMULACIÓN AVANZADA DE NENOS GRAVEMENTE ENFERMOS. AVALIACIÓN DA SÚA UTILIDADE COMO MÉTODO DE CAPACITACIÓN E FORMACIÓN CONTINUADA. EL CASO DE LA ANAFILAXIA”**, dirigida por los **Dres. D. José María Martín Sánchez y D. Antonio Rodríguez Núñez** y que es presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela.

Y para que así conste, firmo el presente en Santiago de Compostela, a 9 de Noviembre de 2015

José Domingo Moure González



## AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Dr. José María Martinón Sánchez, Catedrático de Pediatría, por el interés mostrado en la realización de este trabajo y el permitir desarrollarlo desde su cátedra.

Al Prof. Dr. Antonio Rodríguez Núñez, por su empeño y esfuerzo en que terminara este proyecto, sus consejos y tiempo dedicado.

Al Dr. Luis Sánchez Santos, por inestimable ayuda en el proceso de recogida de datos y el permitirme colaborar en sus proyectos.

Al Dr. Pablo Martín Lancharro, por su asesoramiento en métodos estadísticos y su amistad.

Al Prof. Dr. Javier González Barcala por sus consejos e hincapié en finalizar este trabajo. A todos los profesores del Departamento de Pediatría y compañeros del Servicio de Pediatría.

A los compañeros que me han acompañado en la realización de los cursos de simulación de la SEPEAP, gracias por su colaboración.

Al Dr. Eladio Rodríguez y a la Dra. Elena Ogando, por su comprensión y ánimo en que acabara esta tarea, fuiste más que un compañero de trabajo. Gracias.

A mis padres, Rosa María y José Ramón, y a mis hermanos Enrique Manuel y Alberto, porque de vosotros he aprendido, porque gracias a vosotros he llegado a donde estoy. Por vuestro cariño y apoyo.

A ti, por tu cariño, apoyo y comprensión.





## **ABREVIATURAS UTILIZADAS (orden alfabético)**

AAAAI American Academy of Allergy, Asthma & Immunology

Ac Anticuerpo

ACAAI American College of Allergy, Asthma and Immunology

ACTH Hormona adrenocorticotropa

Ag Antígeno

AH Antihistamínico

AP Atención Primaria

CC Corticoide

CO<sub>2</sub> Dióxido de carbono

CSF-G Factor estimulante de colonias de granulocito

DESA Desfibrilador semiautomático

EAACI European Academy of Allergy and Clinical Immunology

ECF-A Factor quimiotáctico de los eosinófilos

ECG Electrocardiograma

FC Frecuencia cardiaca

FceRI Receptor par la IgE de alta afinidad

FiO<sub>2</sub> Fracción inspirada de oxígeno

FR Frecuencia respiratoria

Fracción Fc de IgG

GM-SCF Factor estimulador de colonias granulocito macrófago

ICON “Internacional consensus” Consenso internacional

IFN $\gamma$  Interferón gamma

Ig Inmunoglobulina

IgA Inmunoglobulina A

IgD Inmunoglobulina D

IgE Inmunoglobulina E

IgG Inmunoglobulina G

IgM Inmunoglobulina M

IL Interleuquina

ILCOR International Liaison Committee on Resuscitation

IM Intamuscular

IO Intraósea/o

ISAAC International Study of Asthma and Allergies in Childhood

IV Intravenosa/o

JCAAI Joint Council on Allergy, Asthma and Immunology

JTF Joint Task Force

Linfocito Tc Linfocito T citotóxico

Linfocito Th Linfocito T helper

Linfocitos NK Linfocitos natural killer

LB Linfocito B

LT Linfocito T

M/V Relación masaje/ventilación

NCF-A Factor quimiotáctico de los neutrófilos

O<sub>2</sub> Oxígeno

PAC Punto de Atención Continuada

PAF Factor activador de plaquetas

PAP Pediatra de Atención Primaria

PC “Personal computer” Ordenador personal

PGs Prostaglandinas

PR Parada respiratoria

RANTES “Regulated on activation, normal T cell expressed and secreted” Citocina expresada y secretada por el linfocito

T normal en función de su grado de activación

RCP Reanimación cardiopulmonar

SatO<sub>2</sub> Saturación de oxígeno

SC Subcutáneo/a

SEM Servicios de Emergencias Médicas

SSF Suero salino fisiológico

TA Tensión arterial

TA Tensión arterial

TGFb “Transforming growth factor beta” Factor de crecimiento transformante beta

TNF $\alpha$  “Tumoral necrosis factor alfa” Factor de necrosis tumoral alfa

TSH Hormona estimulante de la tiroides

WAO “World Allergy Organization”

5-HETE Ácido 5-hidroieicosatetraenoico, metabolito del ácido araquidónico

## RESUMEN

**Introducción:** La atención a los niños gravemente enfermos exige que los profesionales estén adecuadamente formados y capacitados para revertir de forma rápida y efectiva su proceso de base, ya sea de origen respiratorio, cardíaco, circulatorio o indeterminado. La experiencia clínica nos demuestra que la incidencia de este tipo de patología es insuficiente para mantener actualizada la formación de dichos profesionales. La simulación médica surge como método formativo útil en este tipo de situaciones graves y poco frecuentes, como lo es la anafilaxia.

**Objetivo:** Evaluar y analizar la actuación de los pediatras de atención primaria en un caso simulado de anafilaxia.

**Metodología:** Se realizó un estudio observacional retrospectivo de 80 grupos de 4 pediatras que atendieron un caso simulado de anafilaxia.

**Resultados:** Los pediatras de atención primaria son capaces de hacer un diagnóstico acertado de anafilaxia ante un caso simulado. Además reconocen la adrenalina como el tratamiento de elección. Sin embargo muestran carencias importantes en cuanto a la vía de administración de la adrenalina, así como en la evaluación secuencial ABCDE del paciente grave y en el tratamiento de la parada cardiorrespiratoria. Nuestros resultados refuerzan la utilidad de la simulación avanzada como herramienta de capacitación práctica y puente de unión entre el conocimiento teórico y las habilidades prácticas ante un caso simulado de anafilaxia.



## ÍNDICE





<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONCEPTOS DE ALERGIA Y ANAFILAXIA.....	3
1.1.1. Evolución en la historia de la alergia.....	3
1.1.2. Definición .....	5
1.1.3 Clasificación de la alergia.....	7
1.1.3.1 Control de la síntesis de IgE y receptores de IgE.....	9
1.1.3.2 Citocinas relacionadas con la alergia (tabla 2).....	12
1.1.3.3 Relación entre alergia y linfocitos Th2 .....	14
1.1.3.4 Células implicadas en las reacciones alérgicas .....	14
1.1.3.5 Alérgenos .....	18
1.1.4 Importancia global de las enfermedades alérgicas .....	19
1.1.5 Reconocimiento de la anafilaxia. Criterios diagnósticos.....	20
1.1.6 Principios generales del tratamiento de la anafilaxia .....	26
1.2. CONCEPTO DE SIMULACIÓN .....	28
1.2.1 Evolución de la simulación.....	32
1.2.2 Clasificación de la simulación .....	33
1.2.3 Utilidades de la simulación.....	37
1.2.4 Fases de la simulación .....	38
1.2.5. Estudios previos de simulación .....	41
<b>2. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DE TRABAJO.....</b>	<b>43</b>
2.1 JUSTIFICACIÓN .....	45
2.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	45
<b>3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>47</b>
3.1. OBJETIVOS PRINCIPALES .....	49
3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	49
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
4.1. MATERIAL EMPLEADO .....	53
4.1.1. SimBaby .....	53
4.1.2 Material de reanimación cardiopulmonar:.....	57
4.2. TIPO DE ESTUDIO .....	64
4.3. PERÍODO DEL ESTUDIO .....	64

4.4. ÁMBITO DEL ESTUDIO .....	64
4.5. POBLACIÓN A ESTUDIO.....	65
4.5.1. Criterios de inclusión.....	65
4.5.2. Criterios de exclusión .....	65
4.6. ASPECTOS ETICOS .....	65
4.7. COLABORADORES DOCENTES DE LOS CURSOS .....	66
4.8. MÉTODO .....	66
4.8.1. Etapas.....	67
4.8.1.1. Preparación y monitorización .....	68
4.8.1.2. Presentación del caso.....	68
4.8.1.3. Actuación y grabación del caso .....	69
4.8.1.4. Finalización del caso .....	70
4.8.1.5. Debriefing.....	70
4.8.1.6. Observación y recogida de datos. definición de variables.....	70
4.8.2. Análisis estadístico .....	71
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
5.1. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS .....	75
5.2. CAPACIDAD DIAGNÓSTICA.....	75
5.3. EVALUACIÓN ABC .....	75
5.3.1. Evaluación de la A (vía aérea) y B (ventilación).....	75
5.3.2. Evaluación de la C (circulación).....	77
5.4. TRATAMIENTO A (VÍA AÉREA).....	84
5.5. TRATAMIENTO B (VENTILACIÓN) .....	86
5.6. TRATAMIENTO C (CIRCULACIÓN).....	90
5.6.1. Administración de líquidos.....	90
5.6.2. Calidad del masaje en la PCR (parada cardiorrespiratoria).....	94
5.6.2.1. Frecuencia .....	94
5.6.2.2. Posición de las manos.....	95
5.6.2.3. Continuidad .....	96
5.6.2.4. Profundidad y descompresión.....	96
5.6.2.5. Relación M/V (Masaje/Ventilación).....	97
5.7. CONTACTO CON SERVICIO DE EMERGENCIAS MÉDICAS (SEM) .....	98
5.8. EMPLEO DE ADRENALINA.....	98



5.8.1. Primera dosis de adrenalina .....	99
5.8.1.1. Tiempo de administración de la primera dosis de adrenalina...	99
5.8.1.2. Vía de administración de la primera dosis de adrenalina .....	100
5.8.1.3. Dosificación de la primera dosis de adrenalina.....	101
5.8.2. Segunda dosis de adrenalina .....	101
5.8.2.1. Tiempo de administración de la segunda dosis de adrenalina	101
5.8.2.2 Vía de administración de la segunda dosis de adrenalina .....	102
5.8.2.3. Dosificación de la segunda dosis de adrenalina .....	103
5.8.3. Tercera dosis de adrenalina .....	103
5.8.3.1. Tiempo de administración de la tercera dosis de adrenalina ..	103
5.8.3.2. Vía de administración tercera dosis de adrenalina .....	104
5.8.3.3. Dosificación de la tercera dosis de adrenalina .....	104
5.8.4. Cuarta dosis de adrenalina .....	105
5.8.4.1. Tiempo de administración de la cuarta dosis de adrenalina ...	105
5.8.4.2. Vía de administración cuarta dosis de adrenalina .....	105
5.8.4.3. Dosificación de la cuarta dosis de adrenalina .....	105
5.9. OTROS TRATAMIENTOS EMPLEADOS .....	106
5.9.1. Corticoides .....	106
5.9.2 Antihistamínicos .....	108
5.9.3. Corticoides inhalados.....	110
5.10. EVALUACIÓN DEL TRABAJO EN EQUIPO: LIDERAZGO, ACTITUD FRENTE AL CASO Y COORDINACIÓN DEL GRUPO .....	111
5.11. ÉXITOS .....	111
5.12. INFLUENCIA ACTIVIDAD LÍDER .....	112
5.13. INFLUENCIA GRUPO ETARIO LÍDER .....	121
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>129</b>
6.1. CAPACIDAD DIAGNÓSTICA.....	131
6.2. EVALUACIÓN ABC .....	132
6.2.1. Evaluación de la A (vía aérea) y B (ventilación).....	132
6.2.2. Evaluación de la C (circulación).....	132
6.3. TRATAMIENTO A (VÍA AÉREA).....	134
6.4. TRATAMIENTO B (VENTILACIÓN) .....	135
6.5. TRATAMIENTO C (CIRCULACIÓN).....	136

6.5.1. Administración de líquidos .....	136
6.5.2. Calidad del masaje en la PCR (parada cardiorrespiratoria) .....	136
6.6. CONTACTO CON SERVICIO DE EMERGENCIAS MÉDICAS (SEM) .....	137
6.7. EMPLEO DE ADRENALINA .....	138
6.7.1. Primera dosis de adrenalina .....	138
6.7.1.1. Tiempo de administración de la primera dosis de adrenalina .....	138
6.7.1.2. Vía de administración de la primera dosis de adrenalina .....	138
6.7.1.3. Dosificación de la primera dosis de adrenalina .....	138
6.7.2. Segunda dosis de adrenalina .....	139
6.7.2.1. Tiempo de administración de la segunda dosis de adrenalina .....	139
6.7.2.2 Vía de administración de la segunda dosis de adrenalina .....	139
6.7.2.3. Dosificación de la segunda dosis de adrenalina .....	139
6.7.3. Tercera y cuarta dosis de adrenalina .....	140
6.8. OTROS TRATAMIENTOS EMPLEADOS .....	140
6.8.1. Corticoides .....	140
6.8.2 Antihistamínicos .....	140
6.8.3. Corticoides inhalados .....	141
6.9. EVALUACIÓN DEL LIDERAZGO, ACTITUD FRENTE AL CASO Y COORDINACIÓN DEL GRUPO .....	141
6.10. ÉXITOS .....	141
6.11. INFLUENCIA ACTIVIDAD LÍDER .....	142
6.12. INFLUENCIA GRUPO ETARIO LÍDER .....	143
6.13. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	145
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>
<b>9. PUBLICACIONES .....</b>	<b>167</b>
<b>10. APÉNDICE .....</b>	<b>171</b>

## 1. INTRODUCCIÓN





## 1.1. CONCEPTOS DE ALERGIA Y ANAFILAXIA

### 1.1.1. Evolución en la historia de la alergia

Los procesos alérgicos son conocidos desde antiguo, a pesar de la creencia mayoritaria de que eran desconocidos en el pasado, propios de sociedades industrializadas, y favorecidos en gran parte, con independencia de la predisposición hereditaria, por factores ambientales como la polución atmosférica y los cambios del estilo de vida. Esto es en parte cierto, pero ya había conocimiento de estas patologías en el pasado. En el comentado capítulo de libro nos muestra un pequeño resumen de médicos e hitos históricos importantes en la alergia<sup>1</sup>:

- Los médicos griegos ya intuyeron la existencia de un modo especial de respuesta en el organismo de las personas alérgicas, pues idearon el término idiosincrasia, que deriva de idios (propio), sun (son) y krasis (temperamento), para referirse al propio comportamiento en virtud del cual se distingue uno de los demás. Pero el creador del vocablo alergia fue el médico austriaco Clemens Peter Freiherr von Pirquet von Cesenatico. Nacido en 1874, estudió Medicina en la Universidad de Viena y se hizo pediatra. En 1906, al introducir el concepto de alergia, justificaba su aportación con estas palabras: Necesitamos un nuevo término más general para describir el cambio experimentado por un organismo tras su contacto con un veneno orgánico, bien sea vivo o inanimado. Para expresar este concepto general de un cambio en el modo de reaccionar, yo sugiero el término alergia. En griego “allos” significa “otro”, y “ergon” “una desviación del estado original”.
- Existe un tipo de reacción alérgica grave que puede poner en peligro la vida y que generalmente ocurre en personas predispuestas por la administración de un medicamento, la ingestión de un alimento o la picadura de una abeja o de una avispa. Consiste en la aparición de ronchas en la piel, hinchazón de ésta o de la glotis (que es el espacio situado entre las cuerdas vocales, y causaría asfixia), asma, vómitos, diarrea, e incluso sensación de mareo por descenso de la tensión arterial. Fue el catedrático francés de la Universidad de La Sorbona, Charles Robert Richet (1850-1935) el que acuñó en 1902 el término anafilaxia para referirse a ese modo de reaccionar por parte de algunos individuos, expresando que “muchos venenos poseen la notable propiedad de aumentar en lugar de disminuir la sensibilidad del organismo frente a su acción”. En 1901, Richet y el zoólogo Paul Jules Portier iniciaron investigaciones en animales para obtener un

suero protector para los bañistas que fuesen picados por medusas contrarrestando así los efectos nocivos del veneno. Constataron que la muerte de los perros que habían utilizado no ocurría hasta pasados algunos días tras la inyección del veneno; y además, los que no habían recibido una dosis letal sobrevivían, aunque a partir de entonces eran muy sensibles a pequeñas dosis del veneno y fallecían en minutos. Al recibir Charles Richet en 1913 el Premio Nobel de Medicina, éstas fueron sus palabras durante la entrega del galardón: “El descubrimiento de la anafilaxia no es de ninguna manera el resultado de una profunda reflexión sino de una simple observación, casi accidental, por lo tanto no tengo otro mérito que el de no haber rehusado ver los hechos que se mostraban ante mí, completamente evidentes”.

- En 1923 fue el médico neoyorquino Arthur Fernández Coca (1875-1959) quien, asesorado por un profesor de griego, acuñó el término atopia (“atopos” significa “inhabitual” o “raro”), para referirse a los padecimientos de algunos sujetos que sufrían rinitis, asma o urticaria y en los que existía un condicionante hereditario. Aún se sigue empleando la denominación de dermatitis atópica para referirse a un tipo de eczema que aparece en la piel de ciertos individuos que, en su mayoría, muestran una especial propensión a padecer procesos alérgicos como la rinitis o el asma.

Pero no fue posible conocer el mecanismo de las reacciones alérgicas hasta que se descubrió una proteína llamada IgE, que suele ser la causa de la mayoría de ellas. Fue en 1967, gracias a dos grupos de investigadores que trabajaban por separado, uno en Baltimore (el matrimonio nipón Ishizaka) y otro integrado por tres científicos suecos de la Universidad de Uppsala (los doctores Wide, Bennich y Johansson).

El doctor Charles Harrison Blackley, en 1873, fue capaz de reproducir los síntomas de su proceso alérgico al observar que al añadir agua a un ramo de grama éste desprendía pequeñas cantidades de polen y que comenzaba de inmediato a parpadear y estornudar. Decidió experimentar y tras arañarse la piel la frotó con una gramínea humedecida, observando que aparecía un enrojecimiento y se formaba una pequeña elevación o habón. Había descubierto las pruebas cutáneas, tan valiosas para el diagnóstico en Alergología, que siguen usándose, con modificaciones, actualmente. Además construyó un dispositivo con un mecanismo de relojería, que le permitía exponer unas superficies adherentes durante un tiempo dado en la atmósfera. Era el primer colector de pólenes de la historia, consistente en un barrilete a modo de cometa, al que incorporó en su zona central un

portaobjetos untado con vaselina; logró elevar su ingenio en el aire a más de 500 m de altura y cada 24 horas desmontaba el portaobjetos y lo observaba al microscopio, para identificar y contar los pólenes. Se apercibió así de la influencia del viento, el calor y la humedad sobre la distribución de aquéllos. Comprobó que en Manchester, en los meses de junio y julio, la época en que él y sus pacientes presentaban síntomas, se daban altas concentraciones atmosféricas de pólenes de gramíneas, y obtuvo mayores recuentos en jornadas en las que lucía el sol y además había viento. También logró protegerse de los efectos nocivos del polen con ayuda de un filtro de aire fabricado con capas de muselina, y empleando unas almohadillas nasales, a modo de calzas, cuyas suelas estaban elaboradas con gasa.

### 1.1.2. Definición

La reacción de **hipersensibilidad alérgica** se define como una situación inducida por un antígeno, en la cual aparece la enfermedad cuando el organismo está de nuevo en contacto con el mismo antígeno. La alergia se define como una reacción inmunitaria anómala, a un desencadenante específico inmunológico (antígeno) en principio inofensivo para el organismo, con un resultado perjudicial para el individuo<sup>2</sup>. El uso extenso del término alérgico para procesos de patogenia no clara o diagnóstico incierto ha hecho que Academia Europea de Alergología e Inmunología Clínica (EAACI) hiciera pública su posición sobre la “Nomenclatura de alergia”<sup>3</sup>. En un documento del año 2003 revisa la nomenclatura de las enfermedades alérgicas para su uso global<sup>4</sup>. Así se distingue:

- **Hipersensibilidad:** es un fenómeno que causa síntomas o signos objetivamente reproducibles, iniciado por exposición a un estímulo definido, en dosis toleradas por otras personas. No incluye la reacciones por infección, autoinmunidad o tóxicos. Se distingue además el término de hipersensibilidad no alérgica cuando el mecanismo inmunológico no quede suficientemente constatado.
- **Atopia:** es una tendencia personal o familiar a producir anticuerpos IgE en respuesta a bajas dosis de algunos alérgenos, generalmente proteínas, y a desarrollar síntomas típicos como asma, rinoconjuntivitis o eczema/dermatitis.
- **Alergia:** es una reacción de hipersensibilidad mediada por mecanismos inmunológicos. Dichos mecanismos pueden ser humorales o celulares, recomendándose denominaciones como alergia mediada por IgE y alergia no mediada por IgE.

Dentro de las enfermedades más importantes en la infancia destacamos por su frecuencia e importancia las siguientes:

- **Asma:** es una enfermedad inflamatoria crónica que se asocia con obstrucción variable al flujo aéreo e hiperreactividad bronquial. Se presenta como episodios recurrentes de sibilancias, tos, dificultad respiratoria y opresión torácica<sup>5</sup>. El asma tiene un mecanismo inmunitario en un 80% de los niños mayores y un 40-50% de los adultos. Se propone el término de asma alérgica para estas situaciones, debiendo especificarse como asma mediada por IgE. En los casos sin un mecanismo inmunitario aclarado se prefiere utilizar el término de asma no alérgica.
- **Rinosinusitis/conjuntivitis:** La rinosinusitis es término que incluye varias entidades de la enfermedad como la rinosinusitis aguda, la rinosinusitis crónica con pólipos nasales y la rinosinusitis crónica sin pólipos nasales. Datos recientes han demostrado que afecta a aproximadamente al 5-15%<sup>6</sup>. La conjuntivitis hace referencia a una condición alérgica con afectación ocular, que puede observarse asociada o no a la rinitis. Se estima que puede estar presente en el 40-60% de los pacientes alérgicos y contribuir significativamente a la mala calidad de vida. Ambas se clasifican en mediada por IgE y no mediada por IgE, y según la duración de síntomas en intermitente o persistente.
- **Anafilaxia.** Es una reacción de hipersensibilidad grave con riesgo vital, generalizada o sistémica<sup>8</sup>. El término de anafilaxia alérgica se reserva para las reacciones mediadas por mecanismos inmunológicos, como anticuerpos IgE, inmunocomplejos, complemento o mediados por células.
- **Dermatitis atópica/eczema:** En ocasiones se utiliza el término dermatitis atópica para la situación aguda y quizás reversible, y el de eczema para la forma crónica ya persistente. La EAACI usa ambos términos de forma equiparable. Dermatitis es el término general que define una inflamación local de la piel. El subgrupo asociado a asma alérgica y rinoconjuntivitis, como por ejemplo el eczema que se presenta en una persona de constitución atópica, debe denominarse eccema atópico o dermatitis atópica<sup>4</sup>.
- **Alergia alimentaria:** Se propone el uso de hipersensibilidad alimentaria a las reacciones adversas a alimentos, denominando cuando esté justificado los términos alergia alimentaria, alergia alimentaria mediada por IgE o anafilaxia. La alergia alimentaria hace referencia a una respuesta inmune dirigida hacia los



alimentos. Se define como un efecto adverso para la salud derivada de una respuesta inmune específica que se produce de forma reproducible tras la exposición a un determinado alimento<sup>9</sup>. Esta definición abarca las respuestas inmunes que son mediadas por IgE, no mediadas por IgE, o una combinación de ambos.

Las enfermedades alérgicas en la infancia (asma, rinitis y conjuntivitis, dermatitis atópica/eczema, así como la alergia alimentaria) han alcanzado una alta prevalencia en las últimas décadas. En nuestro país más de un 20% de la población sufre algún tipo de alergia, su incidencia ha aumentado de forma significativa en los últimos 25 años. La edad de debut más habitual es la infancia o el adulto joven, dependiendo del agente y/o de la enfermedad. Se habla incluso del término “marcha alérgica”<sup>10</sup>, utilizado por los especialistas para referirse a la evolución progresiva de la alergias en la infancia (Dermatitis atópica-Rinitis alérgica-Asma bronquial).

### 1.1.3 Clasificación de la alergia

Gell y Coombs establecieron en 1967 la clasificación de las enfermedades alérgicas que aún sigue en vigor<sup>11</sup> (tabla 1 y figura 1):

Tipo	Reacción	Mecanismo
I	Inmediata	IgE
II	Citotóxica	IgG, IgM y Complemento
III	Inmunocomplejos	IgG y Complemento
IV	Retardada	Linfocitos

Tabla 1. Clasificación de las enfermedades alérgicas

- Tipo I. En esta forma el antígeno es normal, pero el anticuerpo que se forma contra él es anómalo. Se le llama reagina y es una inmunoglobulina de clase IgE. Son anticuerpos que se fijan a la superficie de mastocitos y basófilos y al reaccionar con los antígenos (alérgenos), ocasionan la salida de sustancias o mediadores químicos intracelulares, como la histamina, que producen reacciones locales en un determinado órgano (atopia) o generales (anafilaxia). En este tipo de reacciones no participa el complemento.
- Tipo II. Es la autoinmunidad. En esta forma de alergia el anticuerpo es normal, pero el antígeno es un constituyente del propio organismo, jugando en ella un papel decisivo el complemento.

- Tipo III. Aunque el antígeno (Ag) y el anticuerpo (Ac) son normales, las proporciones entre ambos no lo son. Los complejos Ag-Ac no consiguen formar redes adecuadas y no son fagocitados. Se depositan en el endotelio vascular, activan el complemento y las plaquetas y atraen polinucleares. Así se produce una vasculitis y a continuación una lesión tisular cercana. Las enfermedades por inmunocomplejos ocurren por un exceso proporcional de antígeno, siguiendo el patrón de enfermedad del suero con aparición de fiebre, urticaria o rash purpúrico, artralgias y/o la glomerulonefritis aguda, o por exceso de anticuerpo como ocurre en el fenómeno de Arthus donde los complejos anticuerpo-antígeno que fijan complemento se depositan en las paredes de los pequeños vasos sanguíneos, causando la inflamación aguda, la infiltración de neutrófilos y necrosis de la piel localizada. Este tipo de reacción ha sido descrita tras la vacunación frente al tétanos, la difteria y la vacuna de la hepatitis B<sup>13-15</sup>.
- Tipo IV. Consiste en una hipersensibilidad celular y no está mediada por anticuerpos o complemento. El ejemplo característico es la dermatitis de contacto. Se le llama también hipersensibilidad tardía, ya que tarda 24-48 horas en producirse.

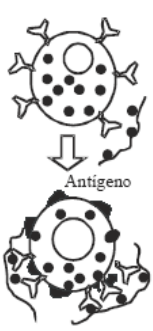


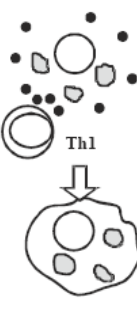
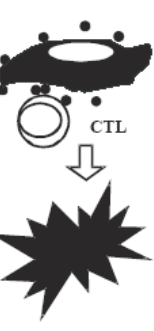
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	
Inmunorreactante	IgE, linfocitos Th2	IgG	IgG	Linfocitos T	
Antígeno	Antígeno soluble	Antígeno asociado con células	Antígeno soluble	Antígeno soluble	Antígeno asociado con células
Mecanismo efector	Activación de células cebadas	Complejo FcR, fagocitos y células NK	Activación de macrófagos		
					

Figura 1. Descripción de las reacciones de hipersensibilidad<sup>12</sup>

La mayoría de las reacciones alérgicas pueden englobarse en el primer grupo de la clasificación de Gell y Coombs: reacciones de hipersensibilidad tipo I. En ellas la

respuesta está mediada por basófilos y mastocitos activados tras la unión de antígenos (alérgenos) a la IgE presente en la superficie de estas células. (Figura 2).

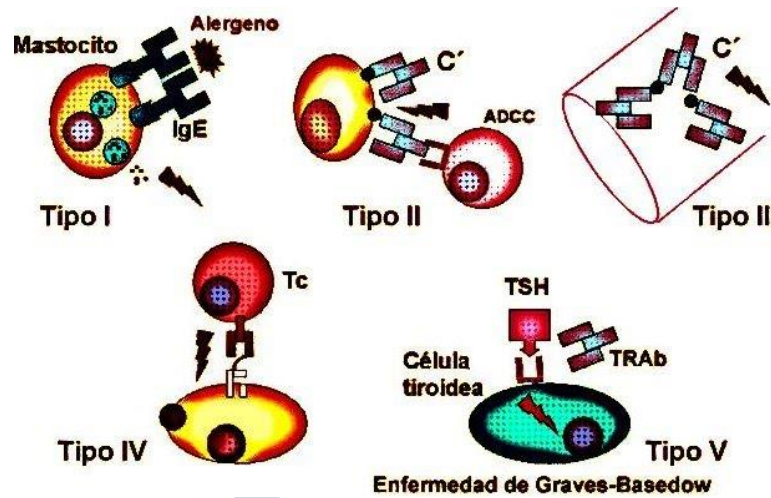


Figura 2. Reacciones de hipersensibilidad<sup>16</sup>

Estas reacciones se caracterizan fundamentalmente por la liberación de mediadores de las inflamaciones responsables de las manifestaciones clínicas a partir de las células basófilos y mastocitos, y la participación de otras células (eosinófilos, neutrófilos, macrófagos, linfocitos, plaquetas) que contribuyen a amplificar y prolongar la respuesta inflamatoria.

#### 1.1.3.1 Control de la síntesis de IgE y receptores de IgE

La producción de anticuerpos de clase IgE está regulada por un mecanismo complejo, que al menos tiene lugar a través de dos sistemas diferentes de regulación. Una señal la causa la IL-4 induciendo el switch o cambio de isotipo IgM a Ac de clase IgE, en lugar de IgG. En sentido contrario, otras citocinas frenan la producción de IgE como el IFN $\gamma$  que a su vez es liberado por la IL-12. Se cree que una deficiente producción de esta pareja de citocinas es fundamental para la aparición de una respuesta atópica mediada por IgE (figura 3).

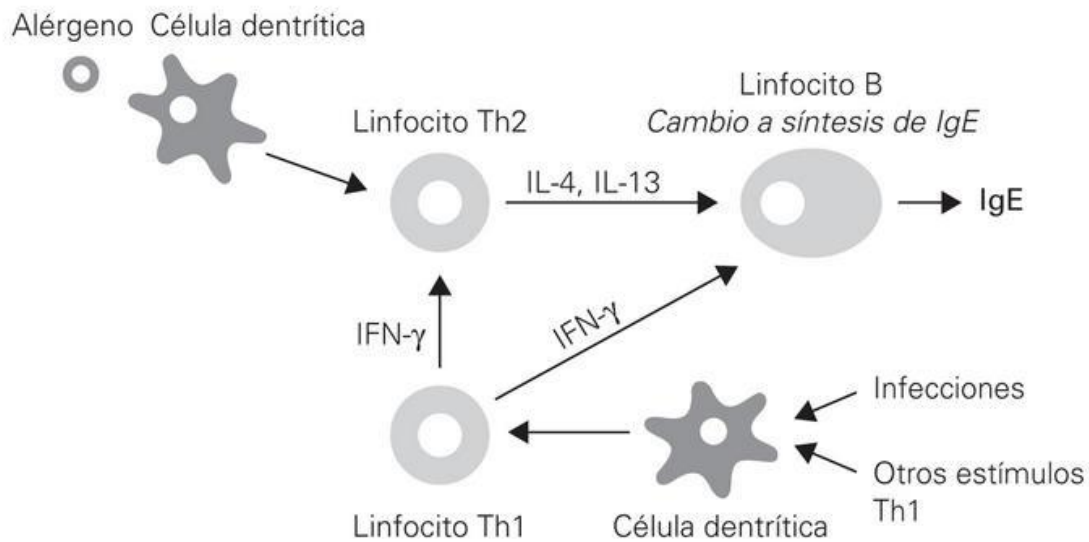


Figura 3. Citocinas e IgE<sup>17</sup>

Una segunda señal radica en el íntimo contacto entre linfocitos B y T, a través del receptor CD40 y de su ligando el CD40-L. Sobre esta segunda señal intervienen factores IgE facilitadores, como el virus de Epstein-Barr o la hidrocortisona. Todos los esteroides naturales aumentan la producción de IgE, al menos in vitro, pero carecen de esa acción hormonas como el ACTH, TSH, tiroxina, epinefrina, insulina o glucagón. Además de los linfocitos, participan los mastocitos que también sintetizan IL-4 induciendo la expresión del receptor CD40 y con ello la síntesis de IgE.

Inicialmente a los linfocitos se les clasificó en T y B, posteriormente a los T se les dividió en T inductores o helper (Th o CD4+) y en T citotóxicos (Tc o CD8+). Más tarde se descubrió que ciertos linfocitos tienen capacidad para sintetizar diferentes tipos de interleucinas. Las interleucinas IFN $\gamma$ , IL-2 o IL-12 son producidas en determinados linfocitos CD4 o Th a los que se llamó Th1; otras interleucinas como IL-4, IL-5 o IL-13 son producidas en otra subpoblación de linfocitos CD4 llamados Th2.

Las citocinas de tipo Th1 y Th2 tienen diferentes funciones y se inhiben entre sí, de forma que el predominio de una u otra estirpe celular llevará a consecuencias distintas y su desequilibrio tiene mucho que ver con el desarrollo de la atopía. El predominio de células Th1 aboca a una reacción celular de tipo retardado. Es una defensa especialmente útil con antígenos intracelulares. Las células Th2 provocan la maduración y la activación de linfocitos B y el resultado final es la síntesis de anticuerpos. Es una defensa útil contra los antígenos extracelulares. El equilibrio entre ambos linfocitos, Th1 y Th2 está muy

ajustado y se rompe en ciertas situaciones. Hay enfermedades debidas a desbalances entre Th1/Th2, en la atopía a la base genética se suma un predominio Th2 que podría ser secundario a una inmadurez transitoria o a la consecuencia de ciertas infecciones predominantemente víricas.

Existen también una población de linfocitos CD4+ llamados T reguladores (Treg). Representan un 5-10% de los linfocitos CD4+ y su desarrollo ocurre en el timo. Son dependientes de la expresión del gen FOXP3 situado en el cromosoma X (Xp11.23-q13.3), ya que en su ausencia no se generan células Treg ni en animales transgénicos ni en humanos con mutaciones. La TGF $\beta$  es la citocina que participa de una forma más específica en la génesis y maduración de las células Treg. Las funciones de dichas células están relacionadas con la tolerancia frente a los antígenos propios y con el equilibrio inmunitario u homeostasis. Producen principalmente TGF $\beta$  y IL-10 con cierto efecto inmunosupresor. Se conoce que sus defectos funcionales se relacionan con respuestas autoinmunes y de tumores. Con respecto a la alergia, controlan la activación exagerada de las células Th2 y se ha identificado su papel protector en la hipersensibilidad a la leche de vaca y también a inhalantes. El fallo de las células Treg facilita enfermedades autoinmunes, alérgicas e inmunodeficiencias, mientras que el exceso funcional aumenta el riesgo de tumores.

En la respuesta alérgica hay una primera fase de sensibilización, durante la cual se induce la síntesis de Ac IgE específicos frente al alérgeno desencadenante. Los Ac IgE formados se fijan a las células mastocitos y basófilos a través de receptores de alta afinidad. El organismo se considera en este momento sensibilizado. Una segunda exposición al alérgeno da lugar a la interacción con los Ac específicos IgE fijados a los mastocitos/basófilos a la agregación de los receptores para la IgE y a la activación de tales células, con la consiguiente liberación de mediadores preformados y producción de otros nuevos factores de la inflamación tanto por parte de aquellas como de otras células atraídas al lugar de la inflamación. Unos y otros mediadores serán los responsables de las manifestaciones clínicas (figura 4).

Existen dos tipos de receptores específicos para la IgE, uno de ellos de alta afinidad y otro de baja afinidad. El receptor par la IgE de alta afinidad (Fc $\epsilon$ RI) presenta una estructura tetramérica y está compuesto por una cadena  $\alpha$ , una cadena  $\beta$  y dos cadenas  $\gamma$ . La IgE se une, por su fracción Fc (tercer dominio) al receptor específico de alta afinidad a través de su cadena  $\alpha$ . Está presente en las células mastocitos, basófilos, células de Langerhans y también en los eosinófilos de algunos pacientes.



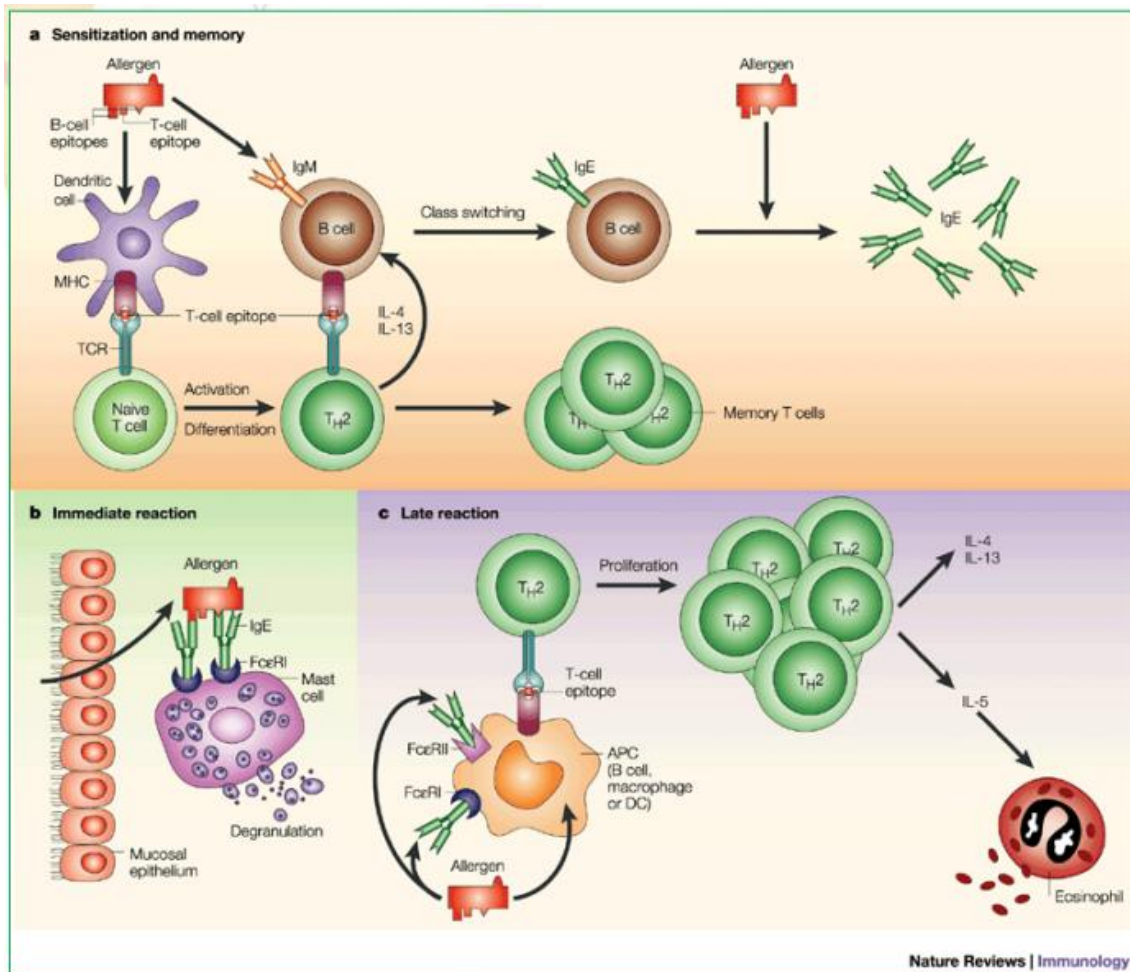


Figura 4. Fase de sensibilización y reacciones en la alergia IgE mediada<sup>18</sup>

### 1.1.3.2 Citocinas relacionadas con la alergia (tabla 2)

- IL-4. Se sintetiza mayoritariamente en los linfocitos CD4+Th2, también en los mastocitos. Es una citocina fundamental para el cambio de producción de isotipo IgE en los linfocitos B. Además favorece la diferenciación de los linfocitos CD4+ vírgenes hacia CD4+Th2 y el crecimiento autocrino de estas células una vez diferenciadas. Se sabe que activa los macrófagos a través de una vía diferente de la utilizada por el IFN $\gamma$  y el sistema Th1. Sus funciones se amplifican en varios sentidos porque además de sus acciones positivas, inhibe los linfocitos Th1 y algunas de las citocinas que le son propias, como el IFN $\gamma$ . Algunas de las funciones, pero no todas, son compartidas e incluso potenciadas por la IL-13.
- IL-5. Es producida por los linfocitos CD4+Th2 y también por los mastocitos activados. Su principal acción es promocionar la maduración y el crecimiento de los eosinófilos y activarlos una vez que han madurado. En este estadio los eosinófilos expresan receptores Fc para IgG, pero también para IgA, lo que es útil

- en la defensa frente a helmintos. La IL-5 también estimula la proliferación de linfocitos B y la síntesis de anticuerpos de clase IgA. Por consiguiente, además de participar en la eosinofilia actúa en la defensa de las mucosas.
- IL-10. Es un inhibidor de macrófagos y células dendríticas activadas, frenando así las reacciones innatas celulares. Se produce mayoritariamente en los macrófagos y en los linfocitos T reguladores. Ejerce su función reguladora inhibiendo la síntesis de IL-12 y la expresión celular de moléculas HLA de tipo II (DR, DP y DQ) y moléculas coestimuladoras imprescindibles para el mantenimiento intercelular.
  - IL-12. Es una citocina que interviene precozmente en la respuesta de la inmunidad innata, pero también en la transmisión de inmunidad innata adquirida. Se origina principalmente en las células dendríticas y macrófagos activados. La IL-12 potencia las funciones citotóxicas de los linfocitos NK y T citotóxicos (CD8), esta es la función que primitivamente se le reconoció. Posteriormente, y con repercusión sobre la alergia, se probó que estimula la síntesis de IFN $\gamma$  en linfocitos y células NK, además promueve la diferenciación de los linfocitos Th1 productores de IFN $\gamma$ .
  - IL-13. La fuente principal son los linfocitos T y B, pero también la producen los mastocitos, eosinófilos y células NK. Participa en las funciones atópicas e inflamatorias que tienen las células Th2 y comparte con la IL-4 parte de sus acciones, posiblemente debido a que ambas utilizan el mismo receptor celular, la cadena IL-4Ra. Como la IL-4, provoca la proliferación y activa los linfocitos B, estimulando la síntesis de IgE, también atrae y activa a los eosinófilos. Otras funciones propias, que no de la IL-4, son en el asma produce directamente hiperreactividad bronquial y aumenta la producción de moco. Además favorece la fibrosis y reparación de tejidos inflamados.
  - Interferón gamma (IFN $\gamma$ ). También se le denomina IFN inmunitario o tipo II (los tipo I son  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$ ,  $\kappa$ ,  $\omega$ ), el término se le aplicó históricamente por su capacidad para interferir el crecimiento vírico. El IFN $\gamma$  se produce en los linfocitos T CD8+, CD4+Th1 y NK, siendo la IL-2, en la respuesta innata, y la IL-12 y la IL-18 en la adquirida, los principales estímulos para su síntesis. Incrementa la expresión de moléculas coestimuladoras y HLA, tipos I y II en la superficie celular promoviendo la participación de las células en la respuesta inmune. La intervención asociada de IL-12 e IFN $\gamma$  es fundamental en la inmunidad celular

con los microorganismos fagocitados, activando a los macrófagos. Favorece la diferenciación de linfocitos CD4+ vírgenes hacia Th1 e inhibe la de los Th2, lo que protege de la alergia mediada por IgE.

Citocina	Producción	Acción
IL-4	Linfocitos Th2, mastocitos	Producción IgE, diferenciación Th2, Inhibición Th1 e IFN $\gamma$
IL-5	Linfocitos Th2, mastocitos	Eosinofilia, producción linfocitos B e IgA
IL-10	Linfocitos Treg y macrófagos	Inhibe macrófagos, células dendríticas y producción de IL-12
IL-12	Células dendríticas y macrófagos	Estimulación de funciones de linfocitos NK y T citotóxicos, promueve síntesis de IFN $\gamma$ , y diferenciación de los linfocitos Th1
IL-13	Linfocitos T y B, mastocitos, eosinófilos y células NK	Proliferación y activación de linfocitos B, estimulación de síntesis de IgE, activación de eosinófilos
IFN $\gamma$	linfocitos T CD8+, CD4+Th1 y NK	Incrementa la expresión de moléculas coestimuladoras y HLA, activación de macrófagos, diferenciación de linfocitos CD4+ hacia Th1 e inhibición de los Th2

Tabla 2: Citocinas relacionadas con la alergia

### 1.1.3.3 Relación entre alergia y linfocitos Th2

La atopia se acompaña de una función excesiva de los linfocitos Th2 caracterizada por la liberación de ciertas interleucinas como IL-4, IL-13 e IL-5. Esta situación puede deberse a una alta actividad Th2 o a un defecto de células Th1, formadoras de IL-1 e IL-12 y de IFN $\gamma$ . El IFN $\gamma$  es sintetizado en las células Th1 y su principal estímulo es la IL-12 formada en las células dendríticas. En principio, la deficiencia de IFN $\gamma$  en los atópicos puede radicar en las propias células Th1 o en un fallo de su regulación, como la deficiencia de IL-12. Algunos autores piensan que el incremento de la atopia en ciertos países se debe al cambio de patrón de infecciones infantiles ocasionado por las vacunaciones masivas, y a la disminución de parasitosis y, en general, por vivir en un ambiente más limpio e higiénico, todo ello produciría una disminución de estímulos para linfocitos Th1.

### 1.1.3.4 Células implicadas en las reacciones alérgicas

Las vemos resumidas en la siguiente tabla (tabla 3):



## Introducción

Célula	Producción/Localización	Receptores	Mediadores
Mastocitos	Médula ósea/Tejido conectivo perivascular de tejidos, mucosa de pulmón y tracto digestivo, médula ósea y órganos linfoides	De alta afinidad para la fracción Fc de IgE y para la fracción Fc de IgG, para componentes C3 y C5 del complemento	Histamina, factor quimiotáctico de los eosinófilos (ECF-A), factor quimiotáctico de los neutrófilos (NCF-A), heparina, serotonina, proteasas (tripsina, quinasa, carboxipeptidasa), hidrolasas, enzimas oxidativas, prostaglandinas, tromboxano, leucotrienos, PAF, IL-3, IL-4, IL-5, TNF $\alpha$ , IFN $\gamma$
Basófilos	Médula ósea/Sangre periférica	De alta afinidad para la fracción Fc de IgE y para la fracción Fc de IgG, para componentes C3b y C5a del complemento	Histamina, heparina, serotonina, proteasas (tripsinas, quinasa, carboxipeptidasa), leucotrienos, IL-4, IL-5, IL-13, TNF $\alpha$
Eosinófilos	Médula ósea/Sangre periférica y tejidos, especialmente pulmón, tracto digestivo y piel	Receptores de baja afinidad para Fc $\epsilon$ RII, receptores eBP, receptores de incompletos de alta afinidad Fc $\epsilon$ RI, receptores para la fracción Fc de IgG, para componentes C3b y C4 del complemento	Proteínas granulares (proteína mayor básica de eosinófilos, peroxidasa...), elastasa, colagenasa, gelatinasa, proteínas cristalinas de Charcot-Leyden, derivados del metabolismo oxidativo (radicales anión superóxido, peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilo), prostaglandinas, tromboxano, leucotrienos, 5-HETE, PAF, citocinas (IL-1, IL-3, IL-4, IL-5, TNF $\alpha$ , GM-CSF, RANTES...)
Neutrófilos	Médula ósea/Sangre periférica	Receptores de baja afinidad para la fracción Fc de IgG, y para componentes C3b, C4 y C5 del complemento	En gránulos azurófilos (mieloperoxidasa, lisozima, catepsinas, proteinasa 3, elastasa,...), en gránulos específicos (lactoferrina, colagenasa, gelatinasa,...), en vesículas secretoras (proteínas plasmáticas)
Macrófagos	Derivan de monocitos sanguíneos	Receptores para IgE, C3b, C4 e IgE de baja afinidad e interleucinas, así como moléculas de histocompatibilidad de clase II	Lisozima, PAF, factores de coagulación, enzimas proteolíticas (colagenasa), enzimas hidrolíticas, PGs, tromboxano, 5-HETE, leucotrienos, citocinas (TNF $\alpha$ , IL-1, IL-6, IL-10), CSF-G, CSF-GM)
Células epiteliales	Vía aérea	Receptores de baja afinidad para IgE	Citocinas proinflamatorias (IL-1B, TNF $\alpha$ , IL-6 y GM-CSF) así como quemoquinas (RANTES, CM-CSF, IL-8)
Plaquetas	Derivan del citoplasma de los megacariocitos periféricos	Moléculas de histocompatibilidad de clase I, Receptores para la Fc de IgG y receptores de baja afinidad para la fracción Fc de IgE (Fc $\epsilon$ RII)	Favorecen la inflamación, su agregación libera factores que activan complemento y quimiotácticos para neutrófilos, monocitos y eosinófilos

Tabla 3. Células implicadas en reacciones alérgicas

Las células del sistema inmune provienen de células madre pluripotenciales o stems cells, que residen en la médula ósea, son generadas toda la vida y ejercen sus funciones en los órganos linfoides periféricos o secundarios. Siguen dos líneas fundamentales:

1. Linaje mieloide: precursor de los macrófagos y granulocitos del sistema inmune, responsables de la inmunidad innata:
  - a. Macrófagos: Proviene de la maduración de los monocitos que circulan en la sangre, maduran y migran a la mayoría de los tejidos. Es uno de los fagocitos distribuidos ampliamente por los tejidos del cuerpo. Sus misiones fundamentales son fagocitar (engullir, interiorizar y destruir) antígenos inespecíficos y presentar antígenos a los linfocitos T y B. -Granulocitos (polimorfonucleares):
  - b. Neutrófilos: constituyen la otra célula fagocitaria del sistema inmune, son los más numerosos e importantes componentes de la respuesta inmune innata.
  - c. Eosinófilos: Se activan por medio de los linfocitos. Libera mediadores de la degranulación mastocitaria, provocando inflamación de mucosas.
  - d. Mastocito: Están distribuidos por todo el organismo, sin embargo se concentran en el aparato respiratorio y en la piel. Contiene en el citoplasma gránulos con mediadores de la inflamación preformados. Cuando se activa, libera estos factores que desencadenan el cuadro alérgico.
  - e. Basófilos: Funciones similares a los mastocitos.
2. Linaje linfoide: Los progenitores linfoides dan lugar a los linfocitos T y B, responsables de la inmunidad específica:
  - a. Linfocitos T (LT): Son los responsables de la inmunidad celular. Células fabricadas en el timo, que sintetizan sustancias que sirven para la defensa. Activan (LT colaboradores) y frenan (LT supresores) la respuesta inmunitaria y conservan la información sobre las características del antígeno (LT memoria).
  - b. Linfocitos B (LB): Rigen la inmunidad humoral. Cada célula B reconoce específicamente un determinado antígeno y se diferencia produciendo anticuerpos (Ac) o inmunoglobulinas (Ig). Proceden de la médula ósea en el adulto y del hígado y bazo en el recién nacido y son los encargados de fabricar los Ac. Los anticuerpos o Ig son proteínas del plasma sanguíneo fabricadas por los LB encargadas de neutralizar los elementos nocivos para el organismo. Hay 5 clases: IgA, IgD, IgE, IgG, IgM.

- c. Células Natural killer (NK): Reconocen y eliminan un número limitado de células anormales

Los eosinófilos, mastocitos y basófilos son células que están implicadas en la patogénesis de la enfermedad alérgica como consecuencia de la activación de receptores expresados en su superficie y a liberación de potentes mediadores tras la activación. Estos mediadores o bien pueden ser preformados (por ejemplo, histamina, proteasas y proteínas citotóxicas) y puestos en libertad en cuestión de segundos a minutos después de la activación, o sintetizados de novo (por ejemplo, metabolitos del ácido araquidónico, quimiocinas y citocinas) y liberados minutos a horas o días después de la activación.

Mientras que los mastocitos maduros no se producen en la sangre, los eosinófilos se encuentran circulando en la sangre (normalmente menos del 5% de los leucocitos), y en órganos linfáticos y hematopoyéticos, tales como la médula ósea, el bazo, los ganglios linfáticos y el timo. Los basófilos sólo se encuentran en la sangre en individuos sanos (normalmente menos del 1% de los leucocitos), pero se sabe que llegan rápidamente a los tejidos inflamados, donde pueden alcanzar densidades altas. Los mastocitos residen en los tejidos vascularizados de todo el cuerpo, siendo especialmente importantes dentro de los tejidos que hacen de barrera al entorno externo.

Los papeles patológicos de eosinófilos, mastocitos y basófilos en la alergia son directa o indirectamente vinculados con la presencia de IgE específica a alérgeno en las personas alérgicas:

1. Los mastocitos se degranulan rápidamente tras la unión de IgE específica por el alérgeno correspondiente y liberan histamina preformada, proteasas (quimasa, tripsina) y citocinas (TNF-alfa), seguido por la rápida síntesis y liberación de prostaglandinas y leucotrienos. En general, los mastocitos son los principales actores en la fase temprana de la reacción alérgica, debido a su localización en los lugares donde son más propensos a encontrarse con alérgenos ambientales o alimentos (por ejemplo, submucosa del tracto respiratorio o digestivo). Gran parte de la reacción alérgica en la fase aguda puede atribuirse a los efectos directos de la histamina en los tejidos circundantes, por ejemplo la inflamación, picor o los estornudos en la rinitis alérgica; y esto también explica las ventajas del uso de antagonistas de los receptores de histamina. Los mastocitos también se asocian con una multitud de otras condiciones tales como asma, reacciones a fármacos, anafilaxia, mastocitosis y urticaria.

2. Los eosinófilos también pueden estar asociados con una multitud de trastornos, tales como el asma, síndrome de Loeffler, síndrome de Churg-Strauss, dermatitis atópica, esofagitis eosinofílica, síndrome hipereosinofílico, algunos tumores malignos y las reacciones adversas a los medicamentos. Los eosinófilos son células efectoras terminales diferenciadas que producen y almacenan moléculas biológicamente activas, incluyendo proteínas citotóxicas, mediadores, péptidos quimiotácticos y citoquinas. Son considerados como células multifuncionales capaces de modular tanto la inmunidad innata y adaptativa. El número de eosinófilos en la sangre y en el grado de infiltración en los tejidos a menudo se correlacionan con la gravedad de la enfermedad. Por lo tanto, las terapias que reducen el número de eosinófilos son generalmente eficaces en las enfermedades alérgicas. Por otra parte, el número de eosinófilos en el esputo ha demostrado predecir el éxito de las terapias anti-eosinófilos en los pacientes asmáticos.
3. Los basófilos se han asociado con asma grave, alergia aguda y crónica, y se ha demostrado que juegan un papel exacerbante en la nefritis lúpica. No está claro si juegan algún papel en la anafilaxia IgG dependiente en humanos. Sin embargo, su papel en la amplificación de las respuestas alérgicas existentes está relativamente bien establecido, debido a su abundante secreción de las citoquinas de tipo-2, IL-4 e IL-13 después de la activación. Nuestra comprensión de los basófilos y su papel ha ido en constante aumento en los últimos años, debido a la introducción de modelos murinos. Sin embargo aún quedan algunas preguntas con respecto a la relevancia de estos modelos para humanos.

#### **1.1.3.5 Alérgenos**

Los alérgenos son las sustancias antigénicas capaces de producir una reacción alérgica. En realidad cada agente causante de alergia contiene más de un alérgeno, generalmente son proteínas, de modo que cada paciente alérgico suele estar sensibilizado a varios alérgenos de éste. Según la vía de exposición del alérgeno/s, se clasifican en tres categorías dando cada uno de ellos una sintomatología:

- Alérgenos del aire (neumoalérgenos): Dan lugar a enfermedades alérgicas en los órganos diana expuestos al aire: ojos (conjuntivitis), nariz (rinitis, pólipos, sinusitis) y bronquios (asma).

Pueden ser:

De exterior: pólenes (los más frecuentes: olivo, parietaria, plantago y gramíneas), hongos aerógenos (los más frecuentes son: Alternaria, Aspergillus, Penicillium, Cladosporium). Ocasionan síntomas cuando sus concentraciones son elevadas.

De interior: ácaros domésticos, pelos, escamas, saliva, orina o heces de animales de compañía, hongos, ocupacionales (harinas, maderas, látex), ocasionando síntomas más continuos en el tiempo.

- Alérgenos de contacto (contactantes): Causan tres clases de trastornos o enfermedades que son la dermatitis atópica o eczema atópico, el eczema de contacto y la urticaria y angioedema.

Se originan por muy diversas causas. Tan importante es tratar la propia enfermedad, como averiguar su origen.

- Alérgenos por ingestión: Cualquier alimento puede originar reacciones alérgicas, también es relevante la alergia a antígenos ocultos (parásitos y aditivos). Los medicamentos pueden originar reacciones tras su administración oral, inyectable o tópica. Todos pueden causar alergia, aunque los más frecuentes son los antibióticos (sobre todo betalactámicos) y los analgésicos (sobre todo antiinflamatorios no esteroideos). Dan lugar a reacciones alérgicas agudas con distinta manifestaciones clínicas (urticaria y/o angioedema, asma bronquial, rinoconjuntivitis y/o anafilaxia).

- Alérgenos por inoculación: Los medicamentos y los insectos también pueden causar alergia, sobre todo tras una picadura (en el caso de himenópteros como la avispa y la abeja) y raramente vía inhalada (cucaracha). Dan lugar a reacciones alérgicas agudas con distinta manifestaciones clínicas (urticaria y/o angioedema, asma bronquial, rinoconjuntivitis y/o anafilaxia).

### 1.1.4 Importancia global de las enfermedades alérgicas

El estudio ISAAC<sup>19</sup> (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) es un programa de investigación epidemiológica que fue establecido en 1991 debido a la preocupación de que el asma y las enfermedades alérgicas estuvieran aumentando en prevalencia y gravedad, ya que poco se sabe acerca de la magnitud del problema en todo el mundo, la prevalencia o los factores que afectan a esta situación. Hasta 1990, la mayoría de los estudios sobre la prevalencia de asma y alergias se habían realizado en el Reino Unido, Australia, y Nueva Zelanda. Los investigadores creían que el estudio ISAAC podría aportar nueva información por la participación de otros países, incluidos los países en desarrollo. La enorme participación en ISAAC Fase Uno<sup>20</sup>, en que 700 000

niños de 156 centros en 56 países fueron incluidos, demostró la preocupación mundial sobre el asma y las enfermedades alérgicas. El enfoque participativo ISAAC con cuestionarios sencillos ha permitido la recolección de datos comparables de niños en todo el mundo. Las grandes variaciones en la prevalencia mundial de los síntomas del asma, rinoconjuntivitis alérgica y eczema que se registraron, incluso en grupos genéticamente similares, sugirieron que los factores ambientales subyacen a las variaciones. Muchos aspectos ambientales han sido examinados en análisis ecológicos de datos en el ISAAC Fase Uno, y han proporcionado cierto apoyo a las hipótesis de que el desarrollo económico, factores dietéticos, climáticos, infecciones, y pólenes, podrían influir en algo de esta variación. En ISAAC Fase Dos<sup>21</sup>, se estudian las causas con más detalle en 30 centros de estudio en 22 países, con cuestionarios detallados y mediciones objetivas de variables fisiológicas y de exposición doméstica. ISAAC Fase Tres<sup>22</sup> fue planeado para evaluar la tendencia en la prevalencia de los síntomas por la repetición del estudio transversal original después de al menos 5 años. El objetivo era examinar la hipótesis de que la prevalencia de asma, rinoconjuntivitis alérgica y eczema está aumentando en algunas, pero no en todas las regiones del mundo.

Un diagnóstico precoz es un requisito indispensable para el cuidado óptimo de la alergia en niños. Por lo general, los niños son evaluados por primera vez por su médico de atención primaria, a veces con síntomas muy sugestivo de una enfermedad alérgica (por ejemplo rinitis estacional y conjuntivitis), o con síntomas varios que forman parte de un amplio diagnóstico diferencial (vómitos recurrentes en un niño...)<sup>23</sup>.

### **1.1.5 Reconocimiento de la anafilaxia. Criterios diagnósticos**

La anafilaxia es una reacción sistémica aguda, grave y potencialmente mortal con mecanismos variados, distintas presentaciones clínicas y gravedad variable que resultan de la repentina liberación sistémica de mediadores de los mastocitos y basófilos. Cuanto más rápidamente se desarrolla, más probable que la reacción sea grave y potencialmente mortal. Todos los profesionales deberían estar familiarizados con esta patología para su precoz reconocimiento y posterior<sup>8</sup>.

Su incidencia es del todo desconocida. Se estima que suceden unos 50-2.000 episodios de anafilaxia por 100.000 habitantes aproximadamente, correspondiente a una prevalencia de 0.05-2%<sup>24</sup>. Trabajos más recientes de revisión estiman la incidencia de anafilaxia en Europa en un 1.5-7.9 por 100.000 habitantes y año, evidenciando un aumento de la misma en los últimos años, dejando entrever que quizás el motivo no sólo



sea por el aumento de las enfermedades alérgicas, si no también debido a otros factores como los cambios en la definición de anafilaxia. Hasta un 0,3% de la población europea podría presentar algún episodio de anafilaxia a lo largo de su vida<sup>25</sup>.

La alergia alimentaria es la causa más frecuente de anafilaxia en niños, y los medicamentos en los adultos. La alergia alimentaria es un importante problema de salud pública cuya prevalencia se encuentra en aumento. Se estima que puede llegar a afectar a un 10% de la población pediátrica y hasta a un 2-3% de la población adulta<sup>26</sup>.

La Joint Task Force (JTF) on Practice Parameters fue formada en 1989 y está compuesta por los miembros de la American Academy of Allergy, Asthma & Immunology (AAAAI), la American College of Allergy, Asthma and Immunology (ACAAI) y el Joint Council on Allergy, Asthma and Immunology (JCAAI). Actualmente está conformada por 13 miembros entre los que consta de 6 representantes asignados por la AAAAI, 6 por la ACAAI y 1 por el JCAAI. Este grupo de trabajo supervisa el desarrollo de las “guías de buenas prácticas clínicas”, selecciona el grupo de trabajo y revisa los borradores de los parámetros de precisión, practicidad, claridad y la utilidad de las recomendaciones para la práctica clínica.

Desde su creación han elaborado distintas guías de buenas prácticas clínicas que están diseñadas para ayudar a los médicos en la prestación de una atención de alta calidad y que el tratamiento que sea respaldado con la mejor evidencia científica disponible y el consenso clínico. Estas guías describen las prácticas generalmente aceptadas, pero no tienen por objeto definir un estándar de atención, ni deben ser considerados como único método apropiado de atención o excluir otros métodos legítimos de atención dirigidos a la obtención de los resultados deseados.

En cuanto a la anafilaxia, cabe destacar distintos trabajos que enumeramos a continuación:

1. En 1998, “The Diagnosis and Management of Anaphylaxis”<sup>27</sup>. Establece unos algoritmos diagnósticos de anafilaxia, tratamiento del evento, define la anafilaxia y las reacciones anafilactoides, como se maneja y se evalúa a un paciente que ha sufrido una anafilaxia. Además evalúa aquellas anafilaxias secundarias a alimentos, vacunas, picaduras de insectos, látex, antibióticos, betalactámicos, ácido acetil salicílico y antiinflamatorios no esteroideos, reacciones anafilactoides a medios de contrastes, insulina, protamina, anestésicos locales, la anafilaxia que ocurre durante la anestesia general, tanto durante los períodos intra y postoperatorias, progesterona, reacciones anafilactoides a fluoresceína, fluidos

seminales, anafilaxia inducida por el ejercicio, la anafilaxia idiopática; así como la prevención de la anafilaxia.

2. En el 2005 “The Diagnosis and Management of Anaphylaxis: An Updated Practice Parameter”<sup>28</sup>. Contiene algoritmos para la toma de decisiones en la evaluación inicial y tratamiento de un episodio agudo de anafilaxia, así como el manejo de un paciente con una historia previa de anafilaxia. Además de las secciones para el diagnóstico y tratamiento de la anafilaxia, cuenta con otras sobre la anafilaxia a los alimentos, látex, fluidos seminales, la inmunoterapia con alérgenos y medicamentos, así como anafilaxia inducida por el ejercicio, la anafilaxia idiopática, y la anafilaxia que ocurre durante la anestesia general, tanto durante los períodos intra y postoperatorias. Entre los objetivos de este trabajo son los de desarrollar de una mejor comprensión de la anafilaxia entre los profesionales de la salud, estudiantes de medicina, residentes y becarios, para así proporcionar directrices y apoyo a la práctica médica y mejorar la calidad de la atención para los pacientes que han experimentado un episodio de anafilaxia.
3. “The diagnosis and management of anaphylaxis: A practice parameter. 2010 Update”<sup>29</sup>. En este trabajo se discute el enfoque del manejo de un paciente que es remitido a la consulta del alergólogo o inmunólogo para su evaluación después de sufrir un episodio anafiláctico y el tratamiento de la anafilaxia cuando se produce en el consultorio del médico. Además, este documento incluye directrices para el manejo de pacientes en lo que respecta a las causas específicas de la anafilaxia, como anafilaxia debido a los alimentos, látex, ejercicio, medicamentos, agentes biológicos, picaduras de insectos, la inmunoterapia, así como la anafilaxia en el período perioperatorio, la anafilaxia por fluidos seminales y la anafilaxia idiopática.
4. Más actualmente, en 2014 “Emergency department diagnosis and treatment of anaphylaxis: a practice parameter”<sup>30</sup>. Las recomendaciones formuladas en este documento sobre el manejo de la anafilaxia son aplicables en aquella que sucede en un servicio de urgencias. Algunas de estas recomendaciones podrían ser diferentes si anafilaxia se produce en otros entornos. Esta guía de práctica clínica intenta establecer unas pautas de atención y tratamiento para los médicos de “emergencias”, que son habitualmente la primera línea en el tratamiento de la anafilaxia, y para alergólogos e inmunólogos que tienen un interés personal en cómo se gestionan estos pacientes. Como reconocen estos profesionales, la



administración oportuna de adrenalina-epinefrina es esencial para el tratamiento eficaz de la anafilaxia, y tal administración es dependiente de establecer un diagnóstico correcto de anafilaxia. A veces la presentación atípica de la anafilaxia hace que la falta de reconocimiento sea una posibilidad, lo que conlleva inherentemente a un tratamiento insuficiente con adrenalina-epinefrina. Más de la mitad de los pacientes que se presentan en el servicio de urgencias con clínica de anafilaxia puede ser infradiagnosticados<sup>31-33</sup>. Además, incluso cuando se diagnostica correctamente, la adrenalina, que es la primera línea en el tratamiento de la anafilaxia, no se administra hasta en un 80% de las ocasiones<sup>34-36</sup>. Además, los pacientes que son tratados en el servicio de urgencias de la anafilaxia, con frecuencia no reciben una receta para adrenalina y por lo general no son remitidos a un especialista para su seguimiento. En este trabajo se realizó una búsqueda de la literatura médica para diferentes términos que se consideraron relevantes para este “practice parameter”. Las búsquedas se realizaron en PubMed y la Cochrane Database of Systematic Reviews. Se incluyeron todos los tipos de referencia en los resultados.

La European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) es una organización sin ánimo de lucro activa en el campo de las enfermedades alérgicas e inmunológicas tales como asma, rinitis, eczema, alergia ocupacional, alergia a alimentos y a medicamentos y anafilaxia. La EAACI fue fundada en 1956 en Florencia y se ha convertido en la asociación médica más grande de Europa en el campo de la alergia e inmunología clínica. Incluye 49 Sociedades Nacionales de Alergia y más de 8.000 académicos, investigadores y clínicos de distintos países, dedicados a la investigación dirigidos a la promoción de la investigación básica y clínica, recopilación, evaluación y difusión de información científica, actuar como un organismo de referencia científica para otras organizaciones científicas y de salud, fomento de la educación y formación continua, promover la buena atención de los pacientes en esta importante área de la medicina.

Los Grupos de Trabajo son entidades formadas y activadas por el Comité Ejecutivo de la EAACI para hacer frente en un momento dado con una tarea específica, como el desarrollo de un documento de posición sobre temas relevantes, polémicos y de actualidad.

Entre los documentos publicados en los últimos años destacan en el tema de la anafilaxia<sup>37</sup>:

1. EAACI Position Paper: The management of anaphylaxis in childhood. (2007)
2. The epidemiology of anaphylaxis in Europe: protocol for a systematic review. (2013)
3. The acute and long-term management of anaphylaxis: protocol for a systematic review. (2013)
4. Unexplained recurrent fever: when is autoinflammation the explanation? (2013)
5. Global classification and coding of hypersensitivity diseases – An EAACI – WAO survey, strategic paper and review (2014)
6. EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines: managing patients with food allergy in the community (2014)
7. Anaphylaxis: guidelines from the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (2014)
8. Occupational anaphylaxis – an EAACI task force consensus statement (2015)
9. En el año 2014 también se ha elaborado el “International consensus (ICON) on anaphylaxis”<sup>38</sup>. El ICON se centra en las principales guías de anafilaxia desarrolladas y publicadas de forma independiente por las organizaciones colaboradoras entre los años 2010 y 2014, otras guías relevantes y publicadas por estas organizaciones, y más de 100 publicaciones clave que contribuyen a establecer la base para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las recurrencias en la anafilaxia. Además, se describen las necesidades no satisfechas en el diagnóstico y tratamiento de la anafilaxia en los países de altos, medios y bajos recursos y propone una agenda internacional para la investigación en la anafilaxia.

El Resuscitation Council (UK) es una fundación benéfica que fue establecida en 1983 por un Contrato de Fideicomiso (Trust Deed). Es un ente profesional con el objetivo principal de promover la práctica de alta calidad en todos los aspectos de la reanimación cardiopulmonar (RCP). En la consecución de sus objetivos, el Consejo de Resucitación (Reino Unido) trabaja estrechamente y en colaboración con una amplia gama de otras organizaciones profesionales y organizaciones de caridad.

Varios miembros del Comité Ejecutivo del Resuscitation Council (UK) contribuyen en las actividades del European Resuscitation Council y del International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Estos órganos son responsables de la formación, la

investigación y el establecimiento de guías a nivel mundial como las actuales guías de reanimación cardiopulmonar recientemente publicadas<sup>38</sup>.

Entre las guías que han elaborado, figura “Emergency treatment of anaphylactic reactions. Guidelines for healthcare providers”<sup>39</sup> En este trabajo del 2008 se comenta que la incidencia de reacciones anafilácticas está aumentando y que los pacientes que tienen una reacción anafiláctica tienen compromiso vital por afectación de la vía aérea, de la respiración y/o problemas de circulación por lo general asociados con cambios en la piel o las mucosas, y que deben ser tratados con el enfoque de la vía aérea, la respiración, la circulación, la discapacidad y la exposición (ABCDE). Sostienen que las reacciones anafilácticas no son fáciles de estudiar con los ensayos controlados aleatorios, sin embargo existen revisiones sistemáticas de la evidencia disponible y una amplia experiencia clínica para ayudar a formular directrices y guías. El tratamiento exacto dependerá de la ubicación del paciente, los medicamentos disponibles, y las habilidades de aquellos que estén atendiendo la reacción anafiláctica. El tratamiento temprano con adrenalina intramuscular es el tratamiento de elección para los pacientes que tienen una reacción anafiláctica. A pesar de las directrices anteriores, aún existe confusión sobre las indicaciones, dosis y vía de adrenalina. La adrenalina intravenosa sólo se debe utilizar en determinados entornos especializados y sólo por los expertos y con experiencia en su uso. Todos los pacientes a los que se sospecha que han tenido una reacción anafiláctica deben ser remitidos a un especialista en alergia. Las personas que tienen alto riesgo de una reacción anafiláctica deben llevar consigo un autoinyector de adrenalina y recibir capacitación y apoyo en su uso. Dichas recomendaciones se mantienen en publicaciones posteriores<sup>29,30</sup> y en la guía más recientemente publicada<sup>38</sup>.

En la Tabla 4 podemos ver los criterios diagnósticos de la anafilaxia aceptados de modo internacional.

Criterios clínicos para el diagnóstico de anafilaxia <sup>38</sup>
1-. Inicio agudo (minutos a horas) de un síndrome que afecta a la piel y/o mucosas (ej. urticaria generalizada, prurito, eritema, “flushing” (sofoco), edema de labios, úvula o lengua), junto con al menos uno de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Compromiso respiratorio (ej. disnea, sibilancias, estridor, disminución del PEF, hipoxemia)</li> <li>b. Disminución de la TA o síntomas asociados de disfunción orgánica (ej. hipotonía, síncope, incontinencia)</li> </ul>
2-. Aparición rápida (de minutos a algunas horas) de dos o más de los siguientes síntomas tras la exposición a un alérgenopotencial para ese paciente: <ul style="list-style-type: none"> <li>2 Afectación de piel y/o mucosas</li> <li>3 Compromiso respiratorio</li> <li>4 Disminución de la TA o síntomas asociados de disfunción orgánica</li> <li>5 Síntomas gastrointestinales persistentes (ej. dolor abdominal cólico, vómitos)</li> </ul>
3-. Disminución de la TA en minutos o algunas horas tras la exposición a un alérgeno conocido para ese paciente: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lactantes y niños: TA baja o descenso superior al 30% de la TA sistólica (menor de 70 mmHg de 1 mes a 1 año, menor de [70 mmHg + (2 x edad)] de uno a 10 años, y menor de 90 mmHg de 11 a 17 años)</li> <li>b. Adultos: TA sistólica inferior a 90 mm Hg o descenso superior al 30% sobre la basal</li> </ul>

Tabla 4. Criterios clínicos para el diagnóstico de anafilaxia<sup>38</sup>

### 1.1.6 Principios generales del tratamiento de la anafilaxia

La instauración de un tratamiento precoz es fundamental. Se debe hacer hincapié en las guías en el reconocimiento de aquellas reacciones graves. La adrenalina y el oxígeno son los agentes terapéuticos administrados más importantes en una situación de anafilaxia. La adrenalina es el fármaco de elección, y la dosis apropiada debe ser administrada sin demora en el inicio de aparición de los síntomas. Si hay alguna duda, el riesgo/beneficio es favorable a la administración de la misma. No existen contraindicaciones para su uso en el caso de encontrarse ante un paciente que esté desarrollando una anafilaxia.

Una reposición de volumen adecuada, ya sea con coloides o cristaloides, y el transporte precoz a un hospital con medios adecuados, son esenciales para aquellos pacientes que son inestables o que son refractarios a la terapia inicial de la anafilaxia<sup>38</sup>. En la figura 5 se resume el tratamiento del cuadro de anafilaxia.

Todas las instalaciones médicas deben tener un plan de acción establecido para hacer frente a un caso de anafilaxia, que se practique con regularidad y los equipos adecuados para el tratamiento de la anafilaxia.

Los médicos y el personal sanitario deben mantener la competencia clínica en el manejo de la anafilaxia.

Además, los números telefónicos de los servicios de emergencias podrían ser útiles para resolver dudas.

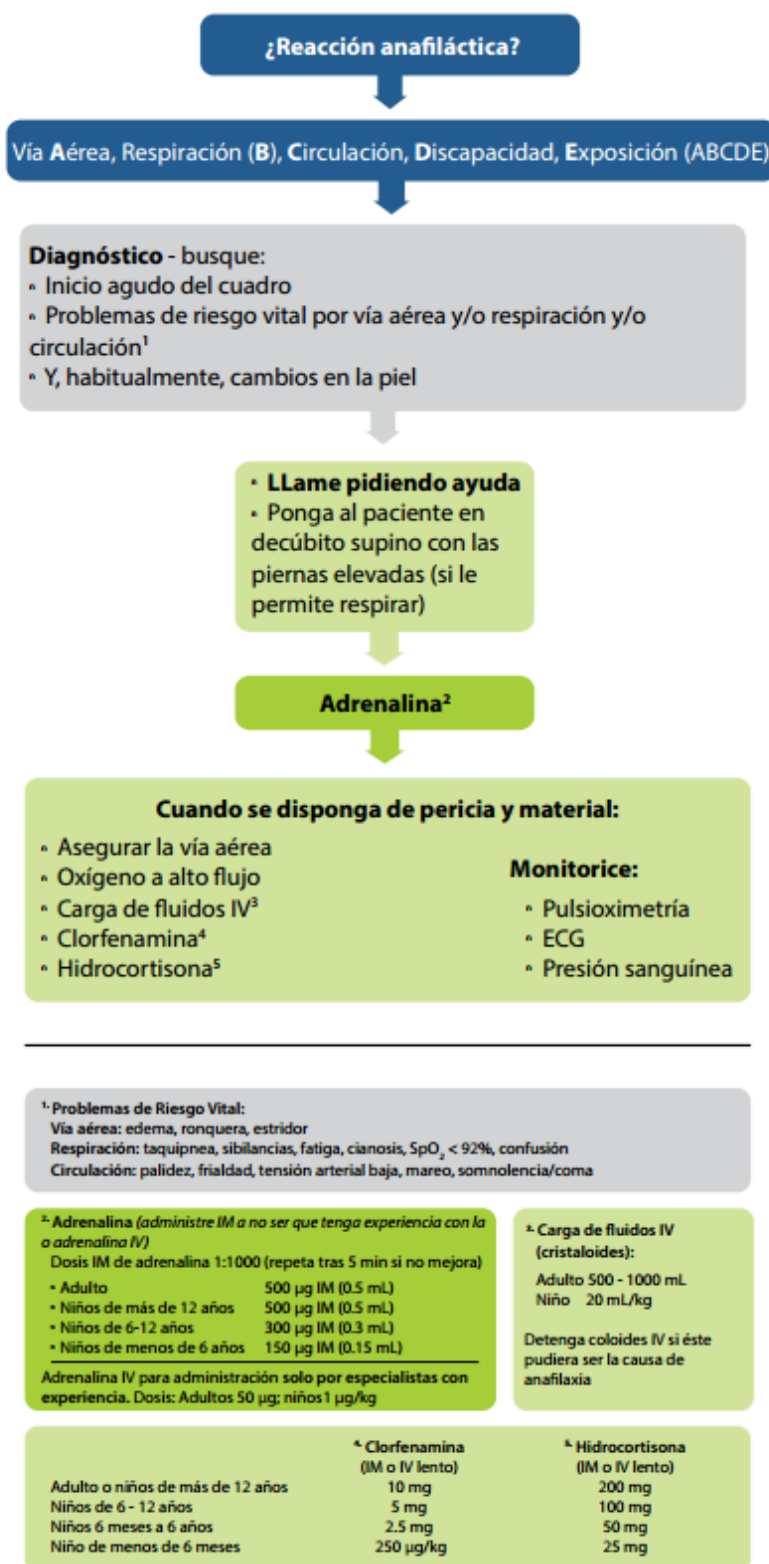


Figura 5. Algoritmo del tratamiento de la anafilaxia<sup>38</sup>

## 1.2. CONCEPTO DE SIMULACIÓN

Simular es representar algo, fingiendo o imitando lo que no es<sup>40</sup>. En el área de la medicina y la salud, consiste en situar a un alumno en un contexto que imite algún aspecto de la realidad clínica<sup>41</sup>. Siendo este el principal interés, se puede definir como una técnica para sustituir o ampliar las experiencias reales a través de experiencias guiadas, que evocan o replican aspectos sustanciales del mundo real de una forma totalmente interactiva<sup>42</sup>.

En medicina está siendo utilizada para reproducir experiencias reales de pacientes a través de escenarios adecuadamente guiados y controlados<sup>43</sup>, con uso de maniqués realistas, modelos físicos y pacientes estandarizados. Dichos escenarios, y las metodologías que se aplican en ellos, varían según las habilidades a entrenar. Este tipo de entrenamiento va siempre asociado a una sesión de retroalimentación en el que participantes y tutores analizan la actividad realizada, sus puntos fuertes y los aspectos a mejorar; esta sesión se debe acompañar de una fase de pensamiento reflexivo y crítico, para profundizar en las ciencias básicas y clínicas del proceso entrenado. El empleo secuencial de diversos tipos de simulaciones puede utilizarse como circuito de entrenamiento o como prueba tipo examen clínico objetivo estructurado.

La simulación crea un ambiente ideal para la educación, debido a que las actividades pueden diseñarse para que sean predecibles, consistentes, estandarizadas, seguras y reproducibles<sup>44</sup>. En el trabajo de Okuda y col<sup>44</sup> se plantea como los pacientes se vuelven cada vez más preocupados al sentir que los estudiantes y los residentes “practican” en ellos, la medicina clínica se está enfocando más en la seguridad del paciente y la calidad que en la enseñanza y la educación y que muchos estudiantes sienten que están mal entrenados en la elaboración de una historia clínica, en la realización de una exploración física, hacer un diagnóstico y decidir un tratamiento. La simulación se ha propuesto como una técnica para “cerrar esta brecha educativa”.

El método tradicional de enseñanza y aprendizaje de habilidades en Medicina se basa fundamentalmente en:

- Observación del “experto”
- Ensayo-error sobre el paciente
- Curva de aprendizaje
- Escasa consideración del “equipo”
- Dependiente de la frecuencia de los problemas

Sin embargo, los “principios” de la simulación serían:

- Respetar al paciente: primum non nocere

- Enseñanza estandarizada
- Mejorar la capacitación
- Uso del error como medio de aprendizaje
- Entrenamiento en situaciones clínicas poco habituales
- Procedimientos en situaciones críticas
- Refuerza el trabajo en equipo
- Auto-aprendizaje y auto-crítica

La simulación es un método esencial para el aprendizaje de habilidades y la capacitación, que potencia la confianza y la autoestima del profesional sanitario, el control de la tensión en situaciones críticas, propias y ajenas, reforzando conceptos básicos sobre casos reales, con datos reales y reproducibles teniendo como resultado un aumento de la seguridad del paciente. Desde el común acuerdo con la necesidad de aproximarse al máximo a la realidad, la simulación ha penetrado en todo tipo de campos del quehacer humano. El desarrollo de tecnologías (ordenadores, programas informáticos, sensores, etc) ha contribuido en gran parte a mejorar la calidad de la simulación para hacerla realista, sofisticada, fiable y eficaz como método de capacitación y formación práctica. La simulación avanzada se considera un método idóneo para la adquisición y el perfeccionamiento de distintas técnicas. Integra metodologías pedagógicas innovadoras con la más alta tecnología y la experiencia de un equipo humano constituido por profesionales sanitarios.

Los sistemas de formación continuada, formación pregrado y la diversificación e incremento de número de actividades formativas que se han desarrollado en la última década, no son más que la evidencia de que la necesidad de formación y capacitación continuadas, son una realidad. El entrenamiento en otros entornos profesionales, está ampliamente desarrollado.

¿Es la asistencia sanitaria un entorno de complejidad tecnológica, humana, de un alto nivel de presión sobre los profesionales? Sin duda, y sobre todo el terreno de las Urgencias y las Emergencias. Por ello “entrenar” de forma verosímil, debería ser no sólo una opción para los profesionales sino también una actividad programada encuadrada dentro de su jornada profesional.

En los últimos años se ha introducido la simulación como un método tanto de formación como de evaluación de los profesionales médicos. La enseñanza mediante simulación tiene grandes virtudes. Se ha reconocido como un método eficaz, que acelera la capacitación del profesional, pero sobre todo se caracteriza por evitar molestias a los



pacientes, permitir la rectificación de errores y contribuir a mejorar la seguridad y eficacia de los procedimientos médicos. Así, una técnica de vanguardia contribuye a mantener el principio clásico de “*primum non nocere*” que tantas veces ha sido olvidado por los profesionales de la medicina, en parte condicionados por la necesidad de aprender “con y sobre los pacientes”.

La simulación contribuye en gran medida a la estandarización de la enseñanza, permitiendo la elaboración de planes y programas de estudio homogéneos. Al mismo tiempo, permite la autoevaluación, autocorrección y el autoaprendizaje, facilitando además la práctica de situaciones clínicas con patrones de presentación poco habituales, enfermedades raras o situaciones críticas y potencialmente catastróficas. Esta metodología emplea maniqués que reaccionan de forma similar al ser humano en determinados procesos patológicos, actores, modelos animales y otros, permitiendo al participante actuar en situaciones similares a la realidad de su actividad cotidiana. De este modo se adquieren destrezas de actuación para el manejo de las situaciones clínicas antes de ponerlas en práctica sobre pacientes reales.

Desde otro punto de vista, en el área de la enseñanza médica práctica, la simulación en algunos países se considera como un método de enseñanza desprovisto de problemas médico-legales y por tanto, preventivo de litigios y posibles compensaciones por daños a sujetos. La potencialidad de la simulación para permitir y reproducir errores de actuación permite que el alumno los reconozca y los trate de forma adecuada; de este modo se incrementa la seguridad del paciente y también se limitan los riesgos médico-legales.

La formación de adultos tiene una serie de características específicas que hay que tener en cuenta para obtener el máximo rendimiento de esta actividad. A diferencia de los niños, los adultos no sólo desean saber más (adquirir conocimientos) sino que desean aprender a hacer las cosas mejor (adquirir destrezas) y para ello suelen adoptar una actitud activa, de implicación con el proceso formativo. Los alumnos “adultos” tienen conocimientos y experiencias previas, que muchas veces quieren compartir con los demás. Es posible, incluso, que los alumnos tengan mayor nivel de conocimientos que el profesor en alguna área de su especialidad. Por otra parte, los adultos desean aprender conceptos, técnicas o procedimientos que consideran necesarios para mejorar su actividad profesional en el trabajo diario. Por ello, suelen preferir métodos de aprendizaje activos, en los que además de recibir puedan aportar ideas, procesos en los que se pueda descubrir mejor que aceptar sin más la información y en los que la relación entre pares y con el instructor sea horizontal.



Otro hecho específico que caracteriza a la formación de adultos es la limitación de tiempo disponible, ya que los alumnos tienen una actividad profesional con jornada completa y deben buscar espacios de tiempo libre o bien permisos especiales para poder realizar su formación continuada. En esas circunstancias, los adultos exigen un aprovechamiento adecuado del tiempo docente, de modo que el programa no incluya aspectos secundarios o ya conocidos y sea rentable en cuanto a la relación adquisición de conocimientos-habilidades / tiempo empleado.

Cualidades del instructor:

- Que diseñe y reproduzca situaciones reales en tiempo real
- Que no interfiera las acciones de los alumnos
- Que guíe el caso de forma coherente
- Que modere la discusión, fomentando el auto-análisis y la crítica constructiva

La integración de la simulación en la educación es una necesidad fundamental para numerosas especialidades médicas, como la anestesia, la cirugía y la medicina de emergencia, donde se utiliza activamente como técnica de aprendizaje. Cada vez más, la simulación se integra en todos los aspectos de la formación en medicina. Con la simulación se mejora la seguridad del paciente. La simulación permite a los alumnos experimentar escenarios que reflejan situaciones de la vida real que se encontrarán en la clínica, quirófano o sala de espera. Con la simulación, los estudiantes practican la misma habilidad una y otra vez, aumentando su aptitud, competencia y confianza. También perfeccionan sus habilidades de comunicación y mejoran su enfoque de trabajo en equipo. Ofrece la oportunidad de eficazmente a los estudiantes creando escenarios y eventos no anticipados para desafiar a los alumnos. Además se están desarrollando programas en los que se puedan integrar pacientes estandarizados en los escenarios, no solo para valorar sus conocimientos y habilidades, sino también para examinar su capacidad de comunicación cuando se trabaja con las familias de los pacientes.

Los maniqués pueden llegar a ser muy realistas y se pueden programar para presentar cualquier tipo de reacciones o condiciones. Estos escenarios de alta fidelidad proporcionan los alumnos una experiencia de aprendizaje excepcional. Al igual que con la práctica de habilidades clínicas, los alumnos pueden dialogar con sus profesores después de cada procedimiento, revisando sus conocimientos técnicos, su capacidad de comunicación, su trabajo en equipo, y mecanismos de afrontamiento.

La comprensión de cómo los médicos se adaptan cuando se enfrentan a situaciones complejas también se puede valorar: ¿Qué nos permite ser efectivos en la toma de buenas

decisiones? ¿Cómo se puede elaborar un caso para mejorar la toma de decisiones en situaciones complejas? Muchas veces no pensamos en cómo muchos factores externos juegan un papel importante en la toma de decisiones. El estudiante tiene que empezar a aprender los elementos de cada situación y cómo puede afectar a ellos, sus decisiones y sus propias acciones, ya que proporcionan cuidado. Todo ello contribuye a construir programas de formación más sofisticados y especializados, así como a elaborar escenarios para desarrollar aún más sus habilidades.

Hoy en día, la simulación es parte integral del sistema de educación en medicina en distintos países<sup>45</sup>. Además, ha pasado a ser parte de las evaluaciones necesarias para obtener la Licencia Médica en Estados Unidos de Norteamérica<sup>46,47</sup> y para la acreditación de ciertas especialidades médicas<sup>48,49</sup>.

### **1.2.1 Evolución de la simulación**

En los últimos años la simulación ha alcanzado un importante grado de desarrollo y diversidad. En todo ello podemos distinguir una serie de puntos críticos:

- 1) El desarrollo de la bioética, desde la declaración de Helsinki en 1964 que protege a los individuos como sujetos de experimentación, hasta la actualidad donde la atención se ha enfocado hacia los derechos de los pacientes<sup>50</sup>
- 2) El desarrollo de la educación médica, con mayores exigencias para asegurar la calidad y con el cambio desde el paradigma basado en la duración temporal de los procesos a uno centrado en la demostración de competencias objetivables
- 3) La preocupación creciente por la seguridad de los pacientes
- 4) El importante desarrollo tecnológico introducido en la enseñanza médica

En relación a las etapas de este desarrollo, es posible distinguir tres períodos<sup>51</sup>:

- Los precursores, desde 1929 hasta la década de los sesenta, marcada por los simuladores de vuelo aunque también se cita otras aplicaciones en el ámbito militar y de la medicina
- Los pioneros, desde los sesenta a fines de los ochenta, partiendo con Laerdal, Abrahamson, Gravenstein y Gaba, quienes desarrollaron simuladores complejos, capaces de replicar características anatómicas y eventos fisiológicos
- La consolidación, en las dos últimas décadas, con la aceptación creciente de la simulación como un complemento y a veces como sustituto ventajoso de la formación clínica.

Se desarrollan maniqués de mayor sofisticación y a precios más accesibles. Surge también un gran número de simuladores de tareas específicas quirúrgicas, diagnósticas y de procedimientos. Paralelamente, se desarrolla la investigación sobre la utilidad de la simulación clínica en el desarrollo de competencias clínicas; muestra de ello es la expansión exponencial del número de artículos publicados en los últimos años.

### 1.2.2 Clasificación de la simulación

Existen múltiples clasificaciones en la literatura de las diferentes posibilidades de simulación que se utilizan en clínica<sup>52-54</sup>:

Una de ellas es la descrita por Ziv, que divide Los simuladores en 5 categorías principales:

- Simuladores de uso específico y de baja tecnología: En inglés “*part task trainers*”, son modelos diseñados para replicar sólo una parte del organismo y del ambiente por lo que sólo permiten el desarrollo de habilidades psicomotoras básicas. Serían simuladores de técnicas concretas como, por ejemplo, un brazo para punción venosa o una cabeza para intubación traqueal.
- Pacientes simulados o estandarizados: Actores entrenados para actuar como pacientes. Se utilizan para entrenamiento y evaluación de habilidades en obtención de la historia clínica, realización del examen físico y comunicación<sup>55</sup>.
- Simuladores virtuales en pantalla: Son programas que permiten simular diversas situaciones en distintas áreas como la fisiología, farmacología o problemas clínicos, e interactuar con los participantes. Su principal objetivo es entrenar y evaluar conocimientos y la toma de decisiones. Una ventaja es que permite el trabajo de varios estudiantes a la vez.
- Simuladores de tareas complejas: Mediante el uso de modelos y dispositivos electrónicos de alta fidelidad se logra una representación tridimensional de un espacio anatómico. Dichos modelos generados por ordenadores son frecuentemente combinados con “*part task trainers*” que permiten la interacción física con el ambiente virtual. Usados para el entrenamiento de tareas complejas, permiten desarrollar habilidades manuales y de orientación tridimensional, adquirir conocimientos teóricos y mejorar la toma de decisiones. Ha sido utilizada ampliamente en cirugía laparoscópica y procedimientos endoscópicos<sup>54</sup>.

- Simuladores de paciente completo: Maniqués de tamaño real que simulan aspectos anatómicos y fisiológicos. Permiten desarrollar competencias en el manejo de situaciones clínicas complejas y para el trabajo en equipo.

Otro punto importante es el concepto de fidelidad de los simuladores o de una simulación. La fidelidad no es siempre proporcional a la complejidad utilizada. Clásicamente se ha utilizado este término para definir el grado de realismo de los modelos y de la experiencia en la que se usan, dividiéndolos en tres niveles<sup>54</sup>:

- Simulación de baja fidelidad: Modelos que simulan sólo una parte del organismo, usados generalmente para adquirir habilidades motrices básicas en un procedimiento simple o examen físico; por ejemplo, la instalación de una vía venosa periférica o la auscultación cardíaca básica (figura 6).



Figura 6. Simulador para canalización de vía venosa<sup>55</sup>

- Simulación de fidelidad intermedia: Se combina el uso de una parte anatómica, con programas de menor complejidad que permiten al instructor manejar variables fisiológicas básicas con el objetivo de lograr el desarrollo de una competencia. Por ejemplo, dispositivos para el entrenamiento de reanimación cardiopulmonar (figura 7).



Figura 7. Torso para entrenamiento en RCP<sup>56</sup>

- Simulación de alta fidelidad: Integra múltiples variables fisiológicas para la creación de escenarios clínicos realistas con maniqués de tamaño real. El fin es entrenar competencias técnicas avanzadas y competencias en el manejo de situaciones críticas (figura 8).



Figura 8. Simulador de paciente politraumatizado<sup>57</sup>

Las ventajas del uso de la simulación clínica en la educación médica han sido ampliamente descritas<sup>42,54,59</sup>. Proporciona un ambiente controlado y seguro, que permite crear y reproducir situaciones o escenarios a demanda, permite el entrenamiento sistemático y repetido de habilidades prácticas y competencias, permite equivocarse y aprender del error, el proceso de aprendizaje se basa en la práctica y la reflexión, logrando una mayor transferencia de la formación desde la teoría a la práctica y finalmente nos sirve como herramienta de evaluación<sup>59</sup>. Además, permite el entrenamiento consistente y programado en situaciones clínicas de presentación poco habitual, enfermedades raras y situaciones críticas. Por último, dicho entrenamiento que puede adecuarse

individualmente para cada alumno, no conlleva riesgos ni para el alumno ni para el paciente. Gracias a estas ventajas, la medicina la ha utilizado con fines tanto educacionales como evaluativos.

Son muchas las aplicaciones y metodologías de simulación utilizadas en educación médica y en las áreas de entrenamiento que ellas abarca. Con el objetivo de describir dichas metodologías, qué habilidades se logran con cada una de ellas y el uso habitual que se le da a cada una, hemos utilizado la tipología descrita por Alinier<sup>60</sup>. Esta clasificación describe las herramientas y técnicas educacionales que se utilizan en simulación, agrupándolas en 6 niveles tecnológicos; simulaciones escritas, modelos tridimensionales, simuladores basados en pantallas, pacientes estandarizados, simuladores de pacientes de fidelidad intermedia y simuladores de pacientes de alta fidelidad. Estos distintos niveles permiten el desarrollo de distintas habilidades, competencias y performance de acuerdo a la pirámide descrita por Miller<sup>61</sup>. Es importante mencionar que cuando nos referimos a competencia, implica adquisición de conocimiento, habilidades y destrezas y el concepto de “*performance*” significa desempeño o rendimiento<sup>62</sup>.

La simulación también es una valiosa herramienta de evaluación. También se ha utilizado exitosamente para evaluar el desarrollo de competencias<sup>46</sup>. Gracias a esto, se ha convertido en un método estándar de evaluación en múltiples áreas<sup>52,63</sup>. Ejemplo de esto es que la prueba conocida como ECOE (Evaluación Clínica Objetiva Estructurada) o en inglés OSCE (*Objective Structured Clinical Examination*) se ha convertido en parte esencial en la acreditación de licencias médicas en Canadá<sup>64</sup> y Estados Unidos<sup>65</sup>, así como en España<sup>43</sup>. El formato básico consiste en un circuito de estaciones secuenciales en el que se utilizan pacientes simulados estandarizados, casos por ordenador, maniqués, pruebas complementarias y preguntas de respuesta múltiple o corta relacionadas con los casos.

Actualmente, los esfuerzos están puestos en identificar y validar las distintas metodologías y escalas de evaluación basadas en simulación. La educación y el entrenamiento basados en simulación han demostrado su efectividad en múltiples áreas. Específicamente ha demostrado mejorar la adquisición de conocimiento médico, la comunicación y el trabajo en equipo, el desarrollo de ciertas habilidades, disminuir el estrés durante los procedimientos e incluso ha mostrado directa mejoría de ciertos resultados clínicos. La simulación como herramienta de educación en pregrado se ha usado exitosamente en la enseñanza de ciencias básicas, en el entrenamiento del examen



físico de pacientes y en el entrenamiento de habilidades quirúrgicas y de procedimientos médicos como punciones venosas periféricas, punciones lumbares y otros<sup>66-68</sup>.

Se han observado ventajas como menor estrés y mejor disposición de los alumnos a realizar ciertos procedimientos solos, al ser entrenados antes con simulación<sup>67</sup> y también mejor disposición de los pacientes, cuando los alumnos han sido entrenados previamente con simulación<sup>68</sup>.

### 1.2.3 Utilidades de la simulación

El uso de la simulación se está extendiendo cada vez más en distintas disciplinas y profesiones. Su utilidad es cada vez mayor, y cada vez se realizan más estudios de investigación basados en la simulación.

En el área de postgrado, la simulación se utiliza ampliamente, demostrando mejoría en la adquisición de habilidades como resultado del entrenamiento en medicina intensiva y de urgencia<sup>69</sup>, en pediatría<sup>70-74</sup>, en cirugía<sup>75-79</sup> y en anestesiología<sup>80-81</sup> entre otras muchas especialidades, con evidencia de que ha mejorado el desempeño tanto de residentes como especialistas en escenarios de alta complejidad. Específicamente en relación a la introducción de protocolos de ACLS (Advanced Cardiac Life Support) ha permitido mejorar el trabajo en equipo, el entrenamiento de equipos multidisciplinarios, el rendimiento y el desempeño clínico en relación al cumplimiento de dichos protocolos<sup>82</sup>, siendo una estrategia educativa esencial para los sistemas de atención de salud para mejorar la seguridad del paciente.

Cada vez se extiende más la simulación en distintos países, apareciendo incluso programas de “fellowship”, sin embargo las características de los mismos no son uniformes entre distintos centros<sup>83</sup>.

El avance tecnológico hace pensar que habrá instrumentos y escenarios de simulación cada vez más sofisticados y realistas. Igualmente, es esperable la ampliación de su uso en pre y postgrado para el desarrollo y mantenimiento de competencias de forma sistemática y reproducible, particularmente en el entrenamiento de equipos y en eventos infrecuentes o catastróficos. Otras áreas de desarrollo esperable, es el ensayo previo de procedimientos o cirugías complejas, el desarrollo de nuevas técnicas terapéuticas y diagnósticas y el diseño de nuevo instrumental y equipamiento.

Por último, parece probable su mayor uso y desarrollo en la evaluación de individuos e instituciones con fines de certificación, recertificación y de acreditación.

### 1.2.4 Fases de la simulación

La simulación debe basarse en un guión que refleje claramente la situación que se va a entrenar, los objetivos que se buscan y las competencias que se van a adquirir<sup>43,84</sup> (figura 9).

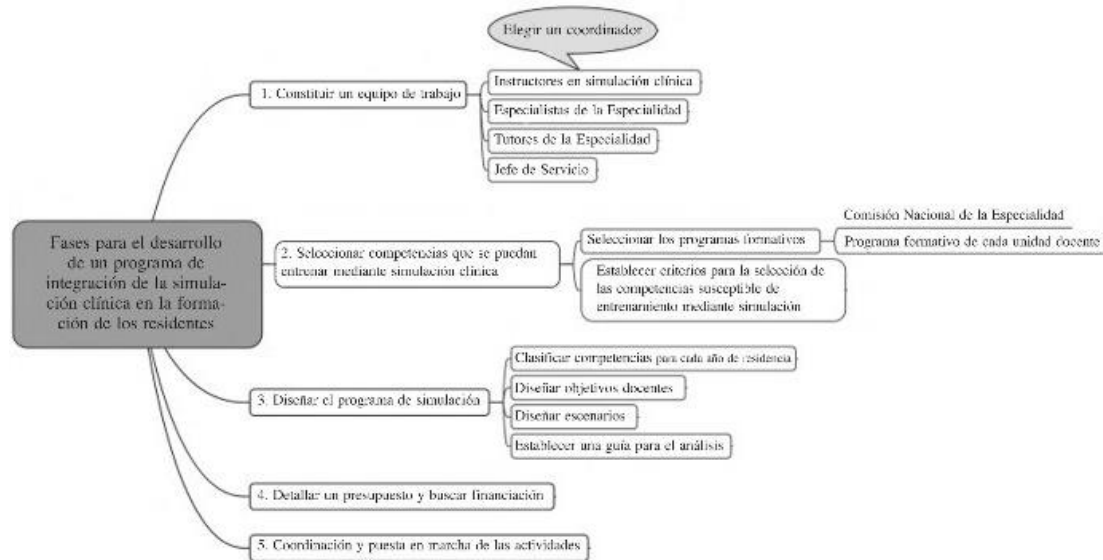


Figura 9. Ejemplo de desarrollo de un programa de simulación de residentes<sup>84</sup>

En el artículo de Vázquez-Mata destaca que la la implementación de estos guiones estará bien sistematizada y los listados de actividades que deben realizar los participantes servirán para la retroalimentación, que es una de las partes imprescindibles de la simulación. Además, los propios participantes y el tutor analizarán los puntos fuertes del grupo y los aspectos a reforzar. Se utilizan los listados citados, el videoanálisis y la opinión de observadores expertos. La evaluación deberá realizarse siempre; para que sea correcta, la simulación ha de tener criterios de validez y reproducibilidad para asegurar que cada grupo entrena las mismas competencias, hecho muy importante cuando la evaluación es acreditativa. Los instrumentos de evaluación deberán estar bien calibrados conteniendo todas las características claves a evaluar. Frecuentemente son listados de actividades, que suelen concluir con conceptos de tipo ‘apto’ o ‘no apto’.

Las simulaciones se pueden ordenar de manera secuencial en forma de circuito. Estos circuitos tienen unas normas bien establecidas, tanto si se utilizan como circuito de entrenamiento o como circuito para ECOE.

El entrenamiento basado en la simulación consume tiempo para prepararla y ejecutarla; el papel de profesor desaparece y se sustituye por el de tutor. La preparación de los tutores no es intuitiva, requiere entrenamiento. Las características del tutor<sup>43,85</sup> en este campo se



pueden resumir en: gustarle la docencia, tener conocimiento y recursos docentes, ser accesible, crear un clima positivo, tener una escucha activa, no ser intrusivo, generar preguntas y promover el aprender a aprender.

Podemos dividir la acción formativa en 3 fases o etapas<sup>86</sup>:

1. Fase no presencial, habitualmente durante semanas previas a la fase presencial. En ella adquiere un importante papel el *e-learning*. En esta primera etapa se pretende que el alumno conozca la metodología de trabajo, el programa de la actividad formativa y las distintas herramientas multimedia disponibles. Se estimula a profundizar en sus conocimientos científico-técnicos, disponiendo de documentos electrónicos, guías de apoyo y bibliografía complementaria. En ocasiones el alumno tiene acceso a todos estos contenidos mediante conexión a páginas web. Esta metodología de uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la formación de profesionales sanitarios se conoce como *e-learning*, y constituye un campo novedoso y en expansión de la formación del profesional sanitario. El alumno suele disponer de un servicio de tutorías, en el que por correo electrónico puede exponer todo tipo de dudas y comentarios al docente. Es interesante conocer las expectativas de los participantes, por ejemplo, que conozcan el simulador y el medio donde se desarrolla el curso.
2. Fase presencial, en la que se desarrollan los casos clínicos y, posteriormente, el análisis-debate sistemático o *debriefing*. Es una fase notablemente práctica. En esta fase se realizan los casos clínicos en la sala de simulación. Dicha sala estará dotada de todo el material necesario para la asistencia de los “pacientes simulados”. Es importante explicar cómo se utiliza el simulador, lo que es “normal” en el simulador y cómo pueden interactuar con el medio ambiente, pedir ayuda, etc... para ayudar a los participantes a hacer el mejor uso del simulador, que se sientan más cómodos, que tengan menos miedo a participar. Se debe tomar el tiempo suficiente para que los participantes obtengan toda la información y ayudarles a perder su temor con respecto al uso del simulador. En aquellos cursos donde se usan simuladores humanos como PediaSim o Simbaby, estos están conectados a un sistema informático complejo que controla todas las funciones del simulador. Dicho sistema de control está situado en una sala adjunta separada por un cristal unidireccional, que permite a uno de los docentes controlar el

desarrollo de la simulación. Dispone de un sistema complejo de vídeo y audio que permite el seguimiento de la simulación en cualquier aula del centro, y facilita al resto de alumnos que no están realizando la simulación, examinar la misma, para el posterior análisis. La duración de la simulación es variable, suele ser de unos 30 min. En ella el alumno se enfrenta en un ambiente de gran realismo a la resolución de una situación médica. El objetivo de la simulación es que el alumno adquiera habilidades y destrezas no sólo desde el punto de vista científico-técnico, sino también desde el punto de vista de las habilidades relacionales. Entre otras, destacan la comunicación efectiva con el equipo, el control de las situaciones de crisis, la orientación adecuada de los problemas, el papel de liderazgo, la delegación de tareas, la anticipación al problema, la toma de decisiones, la información a los familiares, la reevaluación continua de los problemas o la prevención de los errores de fijación. De igual o mayor importancia que la simulación, es el posterior análisis-debate que se establece. El concepto *debriefing* hace referencia al análisis posterior de una simulación, para comprobar errores y mejorar el rendimiento del alumno. El análisis-debate debe tener unas características, como por ejemplo la forma de seguir una sistemática preestablecida que evite al docente que la sesión se desarrolle de forma desordenada inducida por la espontaneidad de las simulaciones. El objetivo fundamental de todo sistema de aprendizaje es el autoanálisis y la incorporación por el alumno de los contenidos. El docente es un facilitador del mensaje, pero es el alumno el que debe incorporarlo a su conocimiento, aprendiendo de sus propios errores. Se debe establecer un ambiente de cordialidad y respeto, impidiendo que se avergüence o humille a un alumno. El análisis lo debe comenzar el alumno que ha realizado el caso clínico, expresando cómo se ha sentido durante la simulación, e identificando sus aciertos y errores. Posteriormente el resto de alumnos debatirán sobre el caso clínico. Para facilitar el debate y realizar de forma sistemática el análisis, previo a la simulación, se entrega a los alumnos una serie de listas de revisión, en las que podrán anotar la realización o no, por parte del alumno que realiza la simulación de una serie de aspectos clave para el caso, tanto en el sentido de conocimientos científicos técnicos como en las habilidades relacionales. Posteriormente, cerrará el debate el docente, que ayudado por la grabación del vídeo de la simulación, y siempre con un carácter de crítica positiva y constructiva, comentará el caso clínico, demostrando las características de un

buen docente de seguridad, claridad, accesibilidad, humildad, empatía y control visual y corporal.

3. Fase de seguimiento, donde el alumno podrá consultar dudas y establecer comunicación con los docentes, participación en foros, *chats* u otras actividades que se encuentren disponibles.

### 1.2.5. Estudios previos de simulación

Haciendo búsqueda en Pubmed utilizando los términos “simulation education”, “medical education” y “pediatrics” encontramos en los últimos 5 años hasta 162 trabajos que reflejamos en el Apéndice de este trabajo (tabla 5).





## **2. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS DE TRABAJO**





### 2.1 JUSTIFICACIÓN

La anafilaxia es un problema común, que afecta en algún momento de sus vidas a 1 de cada 300 en la población europea, con una incidencia estimada de 1,5-7,9 por 100.000 habitantes/año<sup>25</sup>. Existe unanimidad en la literatura y en las distintas sociedades científicas que elaboran las guías de actuación en cuanto a la importancia del reconocimiento de la anafilaxia y el inicio de tratamiento con adrenalina intramuscular<sup>38,39</sup>. El conocimiento de la epidemiología de la anafilaxia ha mejorado durante los últimos 10 años gracias al aumento del número de publicaciones con mayor robustez metodológica. En consecuencia, entendemos mejor la distribución y frecuencia de anafilaxia y las características de la anafilaxia fatal. Ahora sabemos que la anafilaxia es más frecuente de lo que se pensaba anteriormente<sup>87</sup> (hasta 50-103 casos por cada 100 000 personas-año), aunque la distribución difiere con el grupo de edad, la causa y el área geográfica. Además, la recurrencia de la anafilaxia se ha objetivado hasta en un tercio de los casos. El fallecimiento a causa de una reacción anafiláctica es raro (0,12 a 1,06 muertes por millón de personas/año).

### 2.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

En un entorno simulado, los pediatras de atención primaria son capaces de identificar una reacción anafiláctica pero cometen errores importantes en su tratamiento urgente. El estudio de dichos aciertos y errores puede orientar los planes de formación de dichos profesionales.





### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**





### 3.1. OBJETIVOS PRINCIPALES

1. Analizar de forma sistemática la actuación de los pediatras de atención primaria ante un escenario simulado de anafilaxia.
2. Evaluar de forma específica cada una de sus acciones para detectar los errores sistemáticos cometidos por estos profesionales.
3. Tratar de obtener claves para mejorar los planes de formación de los pediatras de atención primaria ante la anafilaxia y otras emergencias pediátricas.

### 3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

Analizar las características de la atención a la anafilaxia:

- Capacidad de diagnóstico acertado
- Evaluación ABCDE (A-Vía Aérea; B-Ventilación; C-Circulación; D-Neurológico; E-Exposición):
  - Apertura de la vía aérea con maniobra adecuada o colocación de cánula orofaríngea
  - Monitorización mediante pulsioximetría y tiempo
  - Monitorización ECG y tiempo empleado
  - Monitorización de la TA y tiempo empleado, detección de pulsos
  - Canalización de vía periférica y tiempo
  - Canalización de vía intraósea y tiempo
- Tratamiento ABCDE:
  - Administración de O<sub>2</sub> y tiempo, técnica de administración empleada
  - Empleo de salbutamol o adrenalina nebulizada
  - Calidad de la ventilación en caso de parada respiratoria: FR empleada, intubación
  - Calidad del masaje en caso de parada cardiorrespiratoria: frecuencia de masaje, profundidad, descompresión, relación masaje/ventilación
  - Administración de líquidos: número de dosis, cantidad, vía empleada y tiempo
- Tratamiento con adrenalina
  - Número de dosis administradas, tiempo para su administración, dosis que se emplea y vía de administración
- Empleo de otros tratamientos

- Corticoides: dosis, vía y tiempo para su administración
  - Antihistamínicos: dosis y tiempo para su administración
- Contacto con Servicios de Emergencias Médicas (SEM) y tiempo
- Trabajo en equipo:
  - Liderazgo
  - Actitud
  - Coordinación
- Evaluar si el grupo etario o la actividad laboral del líder influye en la capacidad diagnóstica, evaluación del caso y tratamientos empleados
- Éxitos del paciente



## 4. MATERIAL Y MÉTODOS





## 4.1. MATERIAL EMPLEADO

### 4.1.1. SimBaby

Se utilizó un sistema de simulación de alta fidelidad (SimBaby; Laerdal Medical AS, Stavanger, Noruega, figura 10) para desarrollar el escenario, así como para registrar y revisar las acciones. Además de la grabación de vídeo, el sistema permite recoger automáticamente algunas acciones y procedimientos, así como los comentarios introducidos manualmente y notas del instructor.



Figura. 10. Imagen del SimBaby

El SimBaby permite a los participantes recrear situaciones urgentes con el fin de practicar sus habilidades en un entorno libre de riesgos. Tiene una anatomía realista lo que permite:

- Vía aérea y respiratoria:
  - Recreación de la vía aérea infantil. La anatomía puede ser cambiada drásticamente para representar condiciones de vía aérea difícil. El SimbBaby permite:
  - Apertura de las vías respiratorias conseguida por medio de la elevación de la barbilla y la tracción mandibular
  - Vías bucofaríngeas y nasofaríngeas permeables
  - Ventilación con balón resucitador (figura 11)



Figura 11. Imagen de la ventilación con BVM

- Colocación de sonda orotraqueal y nasotraqueal
- Realizar maniobra de Sellick
- Insertar máscara laríngea
- Insertar tubo endotraqueal (TET, figura 12)



Figura 12. Imagen de la inserción TET

- Intubación con fibra óptica
  - Inserción de sonda gástrica
  - Distensibilidad pulmonar variable
  - Resistencia variable de las vías respiratorias
  - Reproducir edema de lengua
  - Reproducir un laringoespasma
  - Simular inflamación faríngea
  - Simular intubación del bronquio principal derecho
  - Distensión abdominal
  - En cambio no puede reproducir la producción de secreciones, sangrado en vía aérea...
- Respiración, sistema pulmonar
- SimBaby puede simular patrones de respiración espontánea con variaciones en la profundidad y la velocidad. Durante las condiciones de hipoxia el SimBaby presenta cianosis en la región de la boca.
  - Respiración espontánea con frecuencia, profundidad y regularidad variables
  - Subida y caída del pecho bilateral y unilateral
  - Exhalación de CO<sub>2</sub>
  - Sonidos respiratorios normales y anormales (bilaterales)
  - Sonidos pulmonares: normales, crepitaciones del flujo, crepitaciones finas, estridor sibilancias y roncus
  - Saturación del oxígeno
  - Respiración oscilante



- Retracciones
- Neumotórax
- Movimiento del pecho unilateral
- Sonidos respiratorios unilaterales
- Toracocentesis con aguja en la línea claviclar media, unilateral
- Inserción de sonda pleural unilateral
- Circulación
  - La auscultación cardíaca puede mostrar ruidos como soplos. La presión de la sangre se puede ajustar y medir manualmente. Los pulsos pueden ser evaluados a nivel radial, braquial y femoral.
  - Biblioteca de ECG extensa con frecuencia de 20 a 360
  - Las compresiones RCP generan pulsos palpables, presión arterial en forma de onda y generan artefactos en los ECG
  - Sonidos del corazón: normal, murmullo sistólico, soplo holosistólico, soplo diastólico, murmullo continuo y galope
  - Tensión arterial (TA) medida manualmente mediante auscultación de los sonidos Korotkoff (figura 13)



Figura 13. Imagen de la medición de TA

- Pulso: pulso radial unilateral y pulso humeral y pulso femoral bilateral sincronizado con ECG
- Intensidad de pulso variable con TA
- Visualización de los ritmos cardíacos mediante el ECG de 3 derivaciones
- Monitor ECG de 12 derivaciones
- Desfibrilación, electroestimulación y cardioversión en directo
- Vascular

- El SimBaby permite la canalización de vías periféricas en el brazo y de colocación de vía intraósea en ambas piernas, permitiendo la infusión de volumen y la toma de muestras de sangre.
- Fosa cubital de acceso venoso, dorso de la mano y la vena safena larga
- Piernas para canalización de vía intraósea (IO, figura 14) y vías intravenosas (IV)



Figura 14. Imagen de la canalización OS

- Bolo y acceso intravenoso
  - Recurrencia de sangre simulada mediante canalización intravenosa
- Anatomía
- El Symbaby tiene una fontanela que se puede ajustar para presentar como normal o tensa (figura 15), o movimientos que pueden simular crisis epilépticas. Tiene ojos intercambiables con pupilas normales, disminuidas y dilatadas. También permite sonidos vocales, llanto, satisfacción, tos e hipo. Sin embargo, no puede mostrar cambios en la coloración de la piel o sudoración.

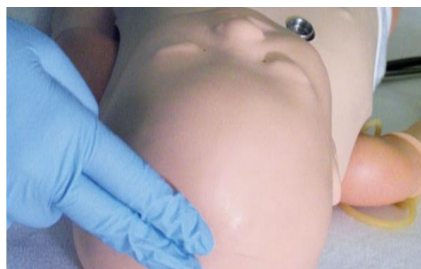


Figura 15. Imagen de la fontanela

### ➤ Monitor del paciente simulado y software

- El monitor de paciente de 17 "con pantalla táctil ofrece 12 ECG, SpO2, presiones hemodinámicas, el gasto cardíaco y otros parámetros. Se pueden variar las formas de las ondas, las alarmas y el diseño de pantalla. Se pueden visualizar radiografías, resultados de laboratorio y vídeos en el monitor del paciente (figura 16).



Figura 16. Imagen de Simbaby monitorizado

- El software SimBaby permite a los usuarios crear sus propios escenarios de casos clínicos. El software para PC se comunica directamente con el maniquí para generar automáticamente un registro de eventos en tiempo real que se sincroniza con el monitor del paciente y en la habitación de vídeo para optimizar la simulación y ayudar en el debriefing.
- Cámaras

### 4.1.2 Material de reanimación cardiopulmonar:

- Tabla de reanimación (figura 17).



Figura 17. Imagen de tablas de reanimación

- Monitor desfibrilador con palas pediátricas y de adulto, cables y electrodos de monitorización electrocardiográfica y pasta conductora (figura 18)



Figura 18. Imagen de desfibrilador usado en los cursos

- Simulador de desfibrilador semiautomático (DESA) con pegatinas de adulto y pediátricas (figura 19).



Figura 19. Imagen de simulador DESA

- Sondas de aspiración: 6 a 14 gauges (G) (figura 20)



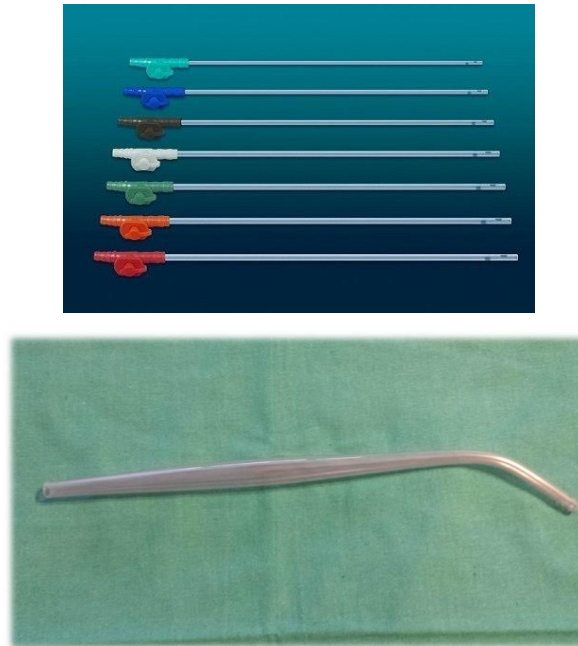


Figura 20. Imagen de sondas de aspiración

- Cánulas orofaríngeas de Guedel: números 0 a 5 (figura 21).



Figura 21. Imagen de cánulas de Guedel

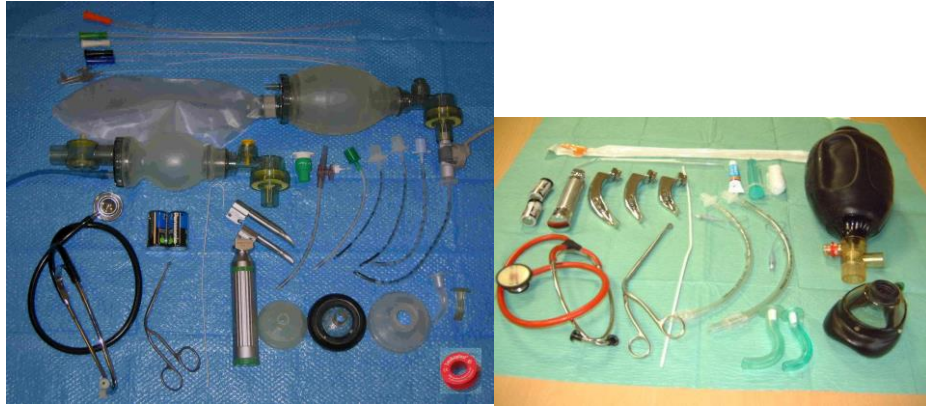
- Mascarillas faciales con manguito de cámara de aire, de varios tamaños para lactante (redondeadas) y niño (triangulares) (figura 22).



Figura 22. Imagen de mascarillas faciales

- Bolsas autoinflables de ventilación de 500 ml para lactantes y de 1.600 a 2.000 ml para niños, con bolsas reservorio (figura 23).





**Figura 23. Imagen de material de manejo de la vía aérea y de intubación**

- Pinzas de Magill: tamaño de lactante y adulto (figura 24).



**Figura 24. Imagen de pinzas de Magill**

- Laringoscopio con hojas rectas (números 0 y 1) y curvas (números 1, 2, 3 y 4) (figura 25).



**Figura 25. Imagen de laringoscopios**

- Pilas y bombillas de laringoscopio de repuesto.
- Tubos endotraqueales: calibres de 2,5 a 7,5 mm con y sin balón.
- Fiadores de varios tamaños para el tubo endotraqueal (figura 26).



Figura 26. Imagen de fiadores

- Lubricante para los tubos endotraqueales.
- Mascarilla laríngea: tamaños 1 a 4 (figura 27)



Figura 27. Imagen de mascarillas laríngeas

- Mascarillas y cánulas nasales para lactante y niño (figura 28).



Figura 28. Imagen de material para manejo de vía aérea (cánulas de Guedel, gafas nasales, sonda de aspiración, mascarillas faciales para administración de o

- Equipo de cricotiroidotomía pediátrico (figura 29).



Figura 29. Imagen de kit de cricotiroidotomía

- Tubuladuras de conexión a fuente de oxígeno.
- Cánulas intravenosas: calibres 24 a 14 G (figura 30).



**Figura 30. Imagen de cánulas IV**

- Agujas intraóseas: calibres 14 a 18 G (figura 31).



**Figura 31. Imagen de agujas IO**

- Compresor.
- Jeringas de 1, 5, 10 y 50 ml.
- Sistemas de goteo
- Llaves de 3 pasos.
- Sondas nasogástricas: 6 a 14 G (figura 32)



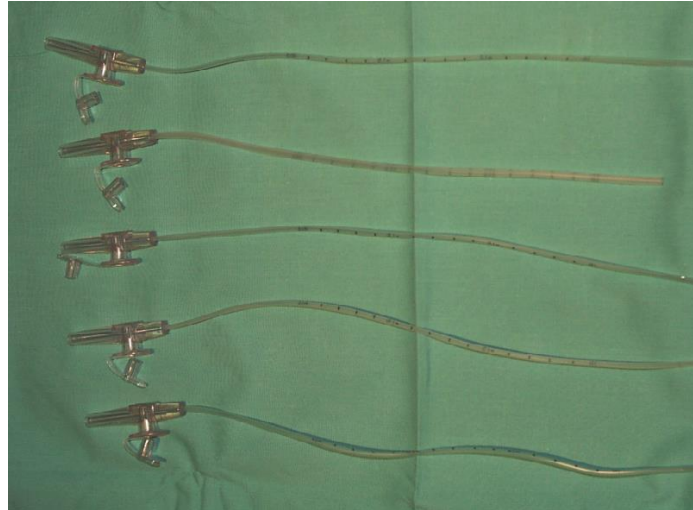


Figura 32. Imagen de sondas nasogástricas

- Fonendoscopio (figura 33).



Figura 33. Imagen de fonendoscopio

- Guantes.
- Compresas, paños y gasas estériles.
- Vendas, esparadrapo.
- Collarines cervicales para lactante y niño (figura 34).



Figura 34. Imagen de

- Fármacos:
  - o Adrenalina 1/1.000 (1 ampolla = 1 ml = 1 mg).
  - o Bicarbonato 1 M (1 ampolla = 10 ml = 10 mEq).
  - o Atropina (1 ampolla = 1 ml = 1 mg).
  - o Midazolam (1 ampolla = 3 ml = 15 mg).

- Succinilcolina (1 ampolla = 2 ml = 100 mg) (en nevera).
  - Vecuronio (1 ampolla = 5 ml = 10 mg).
  - Amiodarona (1 ampolla = 3 ml = 150 mg).
  - Salbutamol aerosol (1 ampolla = 2 ml = 10 mg).
  - 6-Metilprednisolona (existen viales de 8 mg a 1 g).
  - Suero fisiológico (10 y 500 ml).
  - Ringer y Ringer lactado (500 ml).
  - Agua destilada (10 ml).
  - Otros
- Simuladores de autoinyectores de adrenalina



Figura 35. Imagen de autoinyectores de adrenalina

- Pulsioxímetro.

#### 4.2. TIPO DE ESTUDIO

Estudio observacional prospectivo.

#### 4.3. PERÍODO DEL ESTUDIO

Se procedió a analizar los vídeos en los que se exponía un caso de anafilaxia, grabados desde febrero del 2009 hasta septiembre del 2012.

#### 4.4. ÁMBITO DEL ESTUDIO

El lugar donde se recrea el escenario es variable, desde auditorios de hoteles, salas de colegio de médicos o cubículos de atención a pacientes en hospitales a través de toda la geografía española.

#### 4.5. POBLACIÓN A ESTUDIO

Los participantes del estudio fueron 320 Pediatras de Atención Primaria (PAP) agrupados cada 4 pediatras (80 grupos). Estos cursos están incluidos dentro de un plan nacional de formación continuada con simulación avanzada dirigido a PAP donde se incluía un caso de anafilaxia.

De los 80 grupos, en 12 de ellos el líder realizaba, además de su trabajo habitual en su Centro de Salud, guardias en Servicios de Urgencias de Hospitales o atención urgente pediátrica en puntos de atención continuada (PAC).

##### 4.5.1. Criterios de inclusión

- Pediatras acreditados que ejercen en Atención Primaria
- Realización del escenario de anafilaxia frente a otros escenarios (politrauma, sepsis, traumatismo craneoencefálico, dificultad respiratoria).

##### 4.5.2. Criterios de exclusión

- Escenarios en los que participaran pediatras hospitalarios.
- Escenarios que no pudieron rodarse tal como estaba previsto, por problemas técnicos o que tuvieran que ser interrumpidos por fallo del sistema de simulación.
- Escenarios en los que la calidad de la grabación no fuera suficiente para recoger las variables analizadas en el estudio.

#### 4.6. ASPECTOS ETICOS

Se obtuvo el consentimiento de cada participante, incluido el consentimiento para grabar vídeo y la revisión posterior del mismo. Se trata de un estudio en condiciones controladas y sin pacientes, por lo que no supone riesgo para las personas. Los sujetos son pediatras de atención primaria que aceptan participar en un curso de simulación y han dado su consentimiento para que se graben sus acciones tanto para los objetivos docentes del curso, como para la utilización en estudios de investigación.

El consentimiento informado incluye el compromiso de que no se utilizarán las grabaciones para otros fines ni se divulgarán por ningún medio. No se analizan las acciones de personas concretas ni se identifica a ninguno de los participantes. Las acciones de los participantes no tienen ninguna repercusión posterior.

#### **4.7. COLABORADORES DOCENTES DE LOS CURSOS**

Los cursos han sido impartidos por monitores colaboradores en la docencia mediante simulación, todos ellos expertos en la atención a patología urgente pediátrica:

Luis Sánchez Santos

Antonio Iglesias Vázquez

Antonio Rodríguez Núñez

Antonio Casal Sánchez

Elena Cid Fernández

Eva Civantos Fuentes

Ana Concheiro Guisán

José Antonio Couceiro Gianzo

María José de Castro

Manuel Fernández Sanmartín

Miguel Fonte

José Luaces González

Julián Martínez Suárez

Patricia Meseguer Yebra

Manoel Muñiz Fontán

Ignacio Oulego Erroz

Marcelino Pumarada Prieto

José Domingo Moure González

#### **4.8. MÉTODO**

Durante el curso presencial, los pediatras se enfrentan a escenarios clínicos simulados en los que se reproducen las condiciones (de espacio y dotación material) de una consulta de pediatría de atención primaria. Los casos se han diseñado a partir de pacientes y situaciones reales y, entre ellos, se incluye a un niño que ha sufrido una anafilaxia. El caso fue creado por un grupo de expertos con experiencia en urgencias pediátricas y de cuidados intensivos. Al utilizar el software de simulación, el escenario estaba programado para iniciar los casos con signos compatibles vitales y los hallazgos físicos (dificultad respiratoria, ...) para cada grupo de cuatro participantes. Los signos vitales se muestran en un monitor de cabecera. Manualmente o con la ayuda de las tendencias pre-programados, los instructores cambiarían los signos vitales con el tiempo en función de

si las acciones realizadas por el equipo eran adecuados o no. La duración de cada escenario se limitó a 20 minutos.

Los casos se programaron para que los acontecimientos se desarrollen siguiendo una secuencia temporal lo más acorde posible con la realidad. Los alumnos deben interactuar con el caso también en tiempo real, de modo que no se puede esperar que una medicación que suele hacer efecto en horas (por ejemplo los corticoides) consigan efecto alguno durante los 20 minutos que dura la simulación.

Los casos tuvieron una duración de 20 minutos, ya que están incluidos en un curso que incluye escenarios centrados en problemas ABCDE y es necesario el tiempo para desarrollarlos todos. Hay que tener en cuenta que una simulación completa dura alrededor de una hora: 10 minutos para preparar el caso y adjudicar roles, 20 minutos de caso, 5 minutos para recuperar las grabaciones y 35 minutos de debriefing (tabla 6).

Tiempo	Acción	Comentarios
0-10'	Preparación del escenario y presentación del caso	Incluye adjudicación de roles
10-30'	Simulación en tiempo real	Los alumnos interaccionan con el caso
30-35'	Recuperación de la grabación de eventos	Los alumnos pasan a la sala de discusión
35-70'	Sesión de debate interactivo sobre el caso y las acciones realizadas	Sesión guiada por la grabación de imagen, sonido y eventos
70-75'	Traslado del equipo al siguiente escenario	

Tabla 6. Distribución de tiempo en un escenario simulado

#### 4.8.1. Etapas

A continuación exponemos las diferentes etapas en las que podemos dividir el proceso de manejo de un caso simulado.

El objetivo de los asistentes no es solamente que sean capaces de evaluar y tratar adecuadamente a un paciente, sino que además aprendan a poner en marcha las técnicas y los tratamientos precisos, con seguridad para el paciente.

#### **4.8.1.1. Preparación y monitorización**

Se diseñó un escenario simulado que intentaba reproducir una consulta real de un pediatra de Atención Primaria (AP).

El curso está basado en casos reales reproducidos sobre un simulador que reproduce casos clínicos. Con ello se pretende capacitar a los asistentes para atender a patología aguda prevalente en los diferentes entornos asistenciales (atención primaria, urgencias, emergencias, UCIP...), con el objetivo esencial de mejorar la asistencia y aumentar la seguridad de los pacientes.

El contenido habitual del curso para pediatras es:

- Introducción a la simulación y el role playing
- Escenarios (casos):
  - A (airway): Croup
  - AB (airway-breathing): Asma, Bronquiolitis
  - C1 (cardio-circulatorio): Sepsis grave, Anafilaxia
  - C2 (cardiaco): Taquicardia supraventricular
  - C3 (circulatorio): Trauma cerrado
  - D (disability): Coma
  - E (ética): Caso conflictivo
- Evaluación del curso por los participantes

#### **4.8.1.2. Presentación del caso**

Los participantes de los cursos de simulación son divididos en grupos de 4 alumnos. En cada grupo se nombra a un líder, que será la persona que se encargará de la resolución del caso y a la que se evalúa en cada caso según su actuación.

Se les muestra el entorno donde se desarrollará el caso, el Simbaby y el material del cual pueden hacer uso.

En la sala de simulación, los alumnos asisten en tiempo real, a un paciente con un caso frecuente en su entorno asistencial de forma independiente del instructor.

El caso motivo de estudio en el presente trabajo es un paciente de 3 años de 15 kg de peso que sufre una reacción alérgica grave (anafilaxia) tras la ingesta accidental de una tortilla. Se introdujeron los datos clínicos del caso y se crearon unas tendencias pre-programadas de la evolución del caso según la actuación de los pediatras. Aun así, las tendencias se

modificaron a criterios del monitor del curso en función de la actuación del grupo sobre el caso.

### 4.8.1.3. Actuación y grabación del caso

El desarrollo del caso fue grabado en audio y video para poderlo proyectar posteriormente con los alumnos que han desarrollado el escenario y así discutirlo y analizarlo en profundidad (debriefing).

Mientras un grupo de profesionales resuelve el caso clínico propuesto, el resto observan y valoran la actuación en tiempo real en la sala de debriefing.

En nuestro caso clínico simulado se recogieron datos referentes a:

- Impresión diagnóstica
- Evaluación ABCDE (A-vía aérea, B-“breathing”/ventilación, C-circulación, D-“disability”/neurológico, E-exposición):
  - Apertura de la vía aérea con maniobra adecuada o colocación de cánula orofaríngea
  - Monitorización mediante pulsioximetría y tiempo
  - Monitorización ECG y tiempo empleado
  - Monitorización de la TA y tiempo empleado, detección de pulsos
  - Canalización de vía periférica y tiempo
  - Canalización de vía intraósea y tiempo
- Tratamiento ABCDE:
  - Administración de O<sub>2</sub> y tiempo, técnica de administración empleada
  - Empleo de salbutamol o adrenalina nebulizada
  - Calidad de la ventilación en caso de parada respiratoria: FR empleada, intubación
  - Calidad del masaje en caso de parada cardiorrespiratoria: frecuencia de masaje, profundidad, descompresión, relación masaje/ventilación
  - Administración de líquidos: número de dosis, cantidad, vía empleada y tiempo
- Empleo de adrenalina
  - Número de dosis administradas, tiempo para su administración, dosis que se emplea y vía de administración
- Empleo de otros tratamientos



- Corticoides: dosis, vía y tiempo para su administración
  - Antihistamínicos: dosis y tiempo para su administración
- Contacto con SEM y tiempo
- Trabajo en equipo:
  - Liderazgo
  - Actitud
  - Coordinación
- Éxitos del paciente

#### **4.8.1.4. Finalización del caso**

El caso finaliza cuando transcurren 20 minutos desde el inicio.

#### **4.8.1.5. Debriefing**

Se traslada al grupo a la sala de debriefing y se inicia la discusión del caso, donde el líder y su grupo comentan el caso realizado guiados por el monitor y el vídeo del caso. El debriefing se apoya en la grabación en audio y video integrada en un software que a su vez incorpora la pantalla del monitor multiparamétrico que tienen los alumnos en el desarrollo del caso, y la información que registra el sistema en minuto y segundo, de forma que los alumnos se corrigen a sí mismos.

#### **4.8.1.6. Observación y recogida de datos. definición de variables**

La revisión fue facilitada por el programa informático de registro de eventos del simulador, que recoge en tiempo real y de forma automática una serie de acciones aplicadas sobre el maniquí (apertura de la vía, palpación de pulsos,...) y al mismo tiempo permite que el instructor-operario introduzca otros datos de forma manual (dosis de un fármaco, llamadas a 061 o 112,...). Se visualizaron un total de 93 vídeos. Se realizó una primera revisión sistemática de los vídeos y se fueron recogiendo los datos relacionados con este. Posteriormente se realizó una segunda revisión de los mismos vídeos para evitar posibles errores en la toma de datos. Las acciones correctas e incorrectas se evaluaron por medio de una lista de tareas elaborado por consenso entre los expertos, siguiendo las recomendaciones actuales sobre el tratamiento de la anafilaxia y las situaciones de emergencia médica. Se evaluó el número de equipos que completaron cada tarea que cumplían los criterios de inclusión y exclusión.



En todos ellos se recogieron: el uso de adrenalina de modo adecuado en cuanto a dosis y vía de administración, características de la atención a la anafilaxia (capacidad de diagnóstico acertado, colocación de la vía aérea, colocación de sistema de pulsioximetría, administración de O<sub>2</sub> y método elegido para ello, monitorización de ECG, medición de TA, aviso y activación de los Servicios de Emergencia para traslado del niño, administración de líquidos como expansores de volumen y vía de administración de los mismos, detección y tratamiento de la parada respiratoria, detección y tratamiento de la parada cardiorrespiratoria así como otros tratamientos empleados por los alumnos). Asimismo se procedió a evaluar el liderazgo, la actitud y la coordinación del grupo.

### 4.8.2. Análisis estadístico

Se realizó un estudio descriptivo de las variables incluidas en el estudio.

Para las variables cualitativas se calculó el valor absoluto y el porcentaje.

Para las variables cuantitativas se determinó el Intervalo de confianza para la media al 95%, la Media, la Mediana, la Varianza, la desviación típica y el Máximo y Mínimo.

La determinación de la influencia del tipo de actividad que realiza el líder del grupo se realizó mediante pruebas de chi cuadrado de Pearson y t-Student para conocer que variables muestran relación y así determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.

Para conocer la influencia de la edad del líder del grupo se utilizó la prueba de ANOVA, aplicando las pruebas de HSD de Tukey, Bonferroni y Games-Howell.

Todos los procedimientos estadísticos han sido bilaterales. Se consideraron significativos valores de  $p < 0,05$ .

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico S.P.S.S. para Windows versión 20.0.



## 5. RESULTADOS





Se analizaron 80 vídeos correspondientes a 80 grupos constituidos por 4 pediatras.

### 5.1. Variables sociodemográficas

Las variables sociodemográficas se recogen en la tabla 7.

	Mujer	Hombre	Atención primaria	Atención Primaria Plus	Edad <30	Edad 30-50	Edad >50
Frecuencia	55	25	68	12	10	59	11
Porcentaje %	68,8	31,2	85	15,0	12,5	73,8	13,8

Tabla 7. Variables sociodemográficas

### 5.2. Capacidad diagnóstica.

En cuanto a la sospecha clínica, el 98,8% de los pediatras acertaron en la sospecha clínica de anafilaxia.

### 5.3. Evaluación ABC

#### 5.3.1. Evaluación de la A (vía aérea) y B (ventilación)

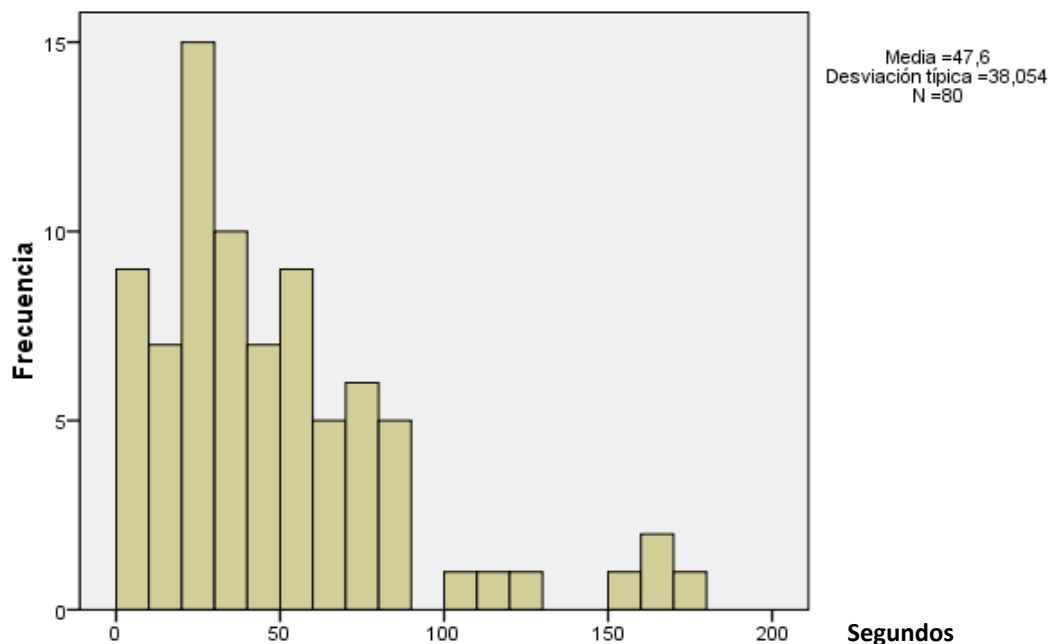
En la evolución del caso simulado el paciente sufre una parada cardiorrespiratoria (PR).

Los resultados de la evaluación AB los resumimos en la tabla 8.

Acción	Realización (n - %)	Tiempo medio segundos (+/-DS)
Detección PR	39 - (63,9)	320,84 (+/-881)
Manejo adecuado de la vía aérea (continuo)	6 - (7,5)	NA
Manejo adecuado de la vía aérea (intermitente)	66 - (88,5)	NA
Monitorización pulsioximetría	80 - (100)	47,6 (+/- 38,054)

Tabla 8. Evaluación A y B

Como mencionamos en la tabla, el tiempo medio para la monitorización mediante pulsioximetría fue de 47,6 segundos (+/- 38,054) (gráfica 1). Como se puede apreciar, la mayoría de los grupos necesitan menos de 90 segundos para la monitorización, si bien algún grupo ha necesitado más tiempo.



Gráfica 1. Monitorización pulsioximetría

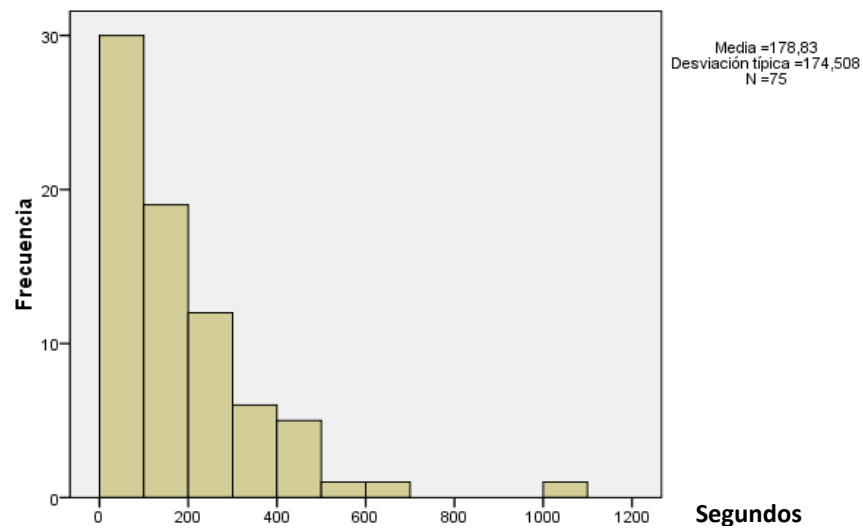
### 5.3.2. Evaluación de la C (circulación)

Los resultados de la evaluación de la C los resumimos en la tabla 9.

Acción	Realización (n - %)	Tiempo medio segundos (+/-DS)
Detección PCR	37 - (46,3)	NA
Monitorización ECG	76 - (95)	178,83 (+/- 174,508)
Monitorización TA	80 - (100)	178,91 (+/- 197,984)
Canalización vía IV	71 - (88,8)	210,41 (+/- 154,234)
Canalización 2ª vía IV	60 - (75)	507,3 (+/- 281,601)
Canalización vía IO	50 - (62,5)	547,02 (+/- 291,292)
Canalización 2ª vía IO	7 - (9)	640,86 (+/- 249,103)
Evaluación pulsos periféricos	39 - (48,8)	NA
Evaluación pulsos centrales	37 - (46,3)	NA

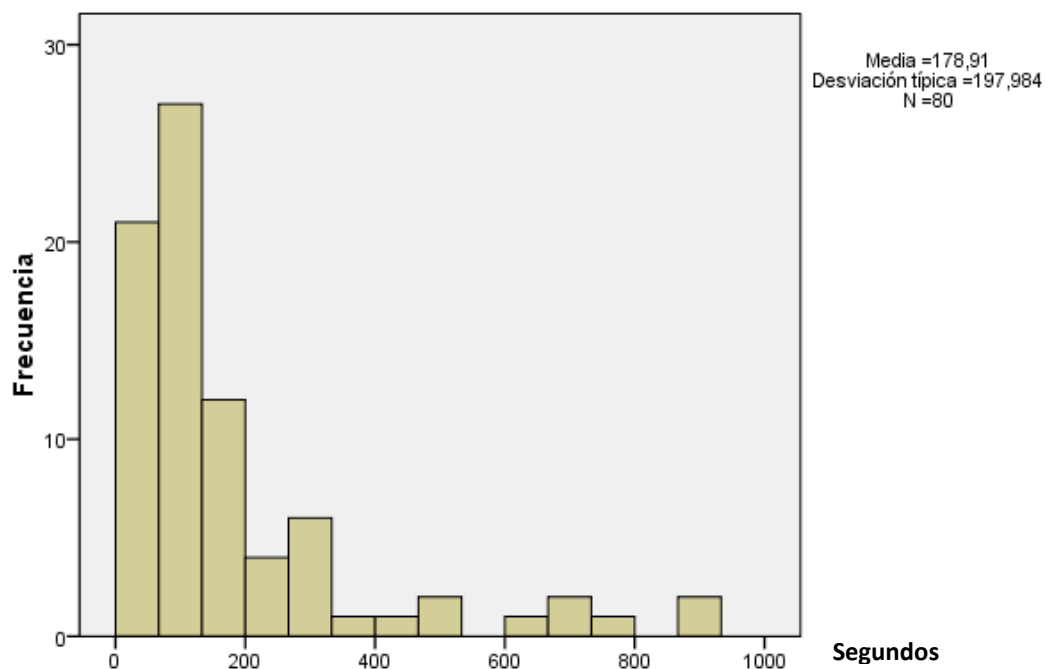
Tabla 9. Evaluación de la C

Como mencionamos, el tiempo medio empleado en la monitorización ECG fue de 178,83 segundos (+/- 174,508) (gráfica 2). Se puede observar que existe una asimetría que se explica porque la mayoría de los grupos utilizan poco tiempo para la monitorización ECG.



Gráfica 2. Monitorización ECG

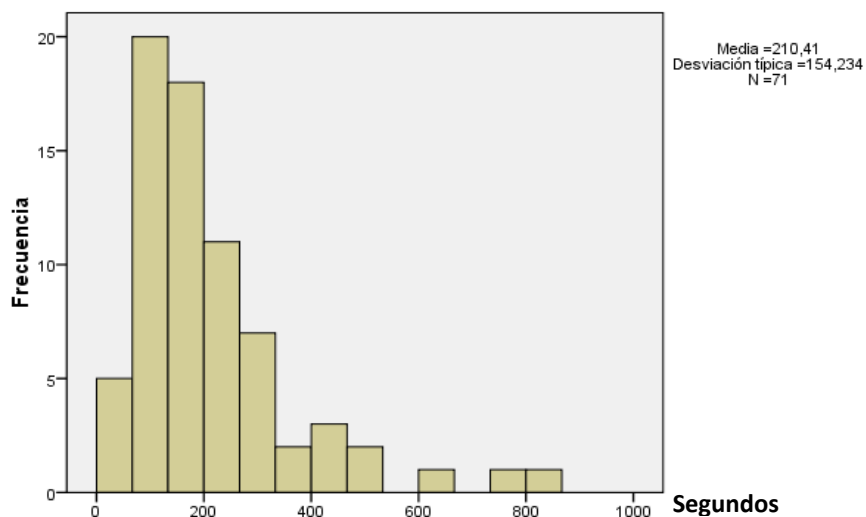
El tiempo medio empleado para la monitorización de la TA fue de 178,91 segundos (+/- 197,984) (gráfica 3). La mayoría de los grupos emplearon menos de 200 segundos en conseguir la monitorización.



Gráfica 3. Monitorización TA

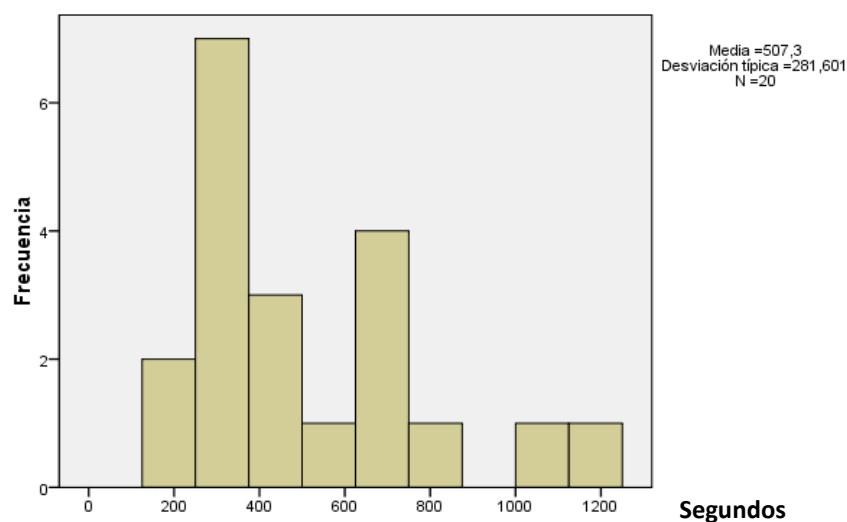


El tiempo medio empleado para la canalización de la vía IV fue de 210,41 segundos (+/- 154,234) (gráfica 4). La mayoría de los grupos emplearon menos de 250 segundos en la canalización IV.



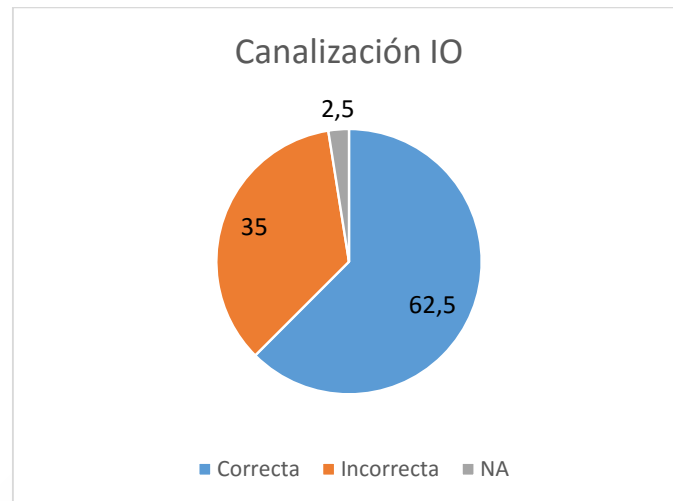
Gráfica 4. Tiempo medio empleado para vía IV

El tiempo medio empleado en conseguir una segunda vía IV fue de 507,3 (+/- 281,601 segundos) (gráfica 5). Vemos en la gráfica la distribución asimétrica de los grupos.



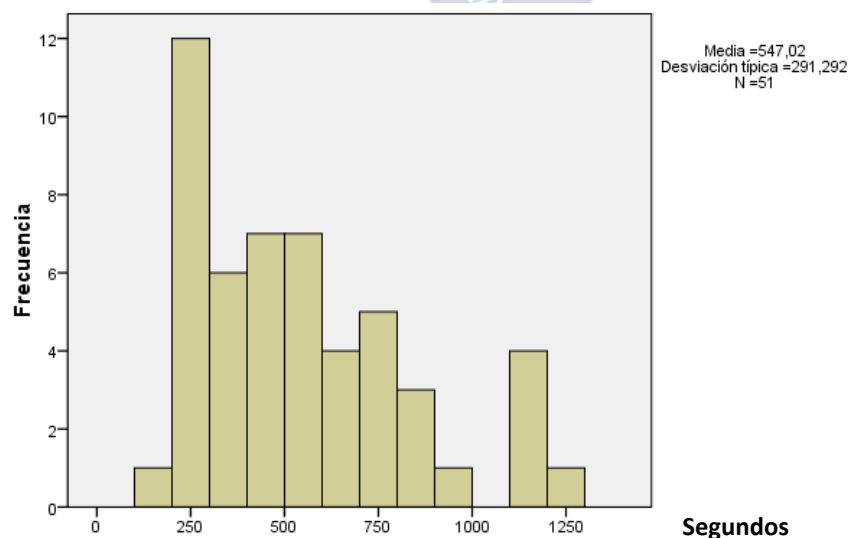
Gráfica 5. Tiempo medio empleado para canalización 2ª vía IV

Durante la evolución del caso, 78 participantes optaron por la canalización de una vía intraósea (IO). De los 80 grupos, un 62,5% lo intentaron con éxito, un 35% lo intentaron pero sin conseguirlo, y un 2,5% como mencionamos anteriormente no se plantearon la técnica (gráfica 6).



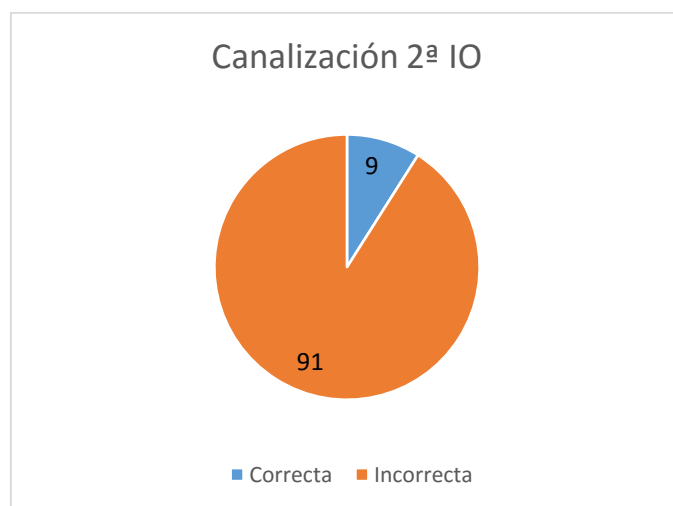
Gráfica 6. Canalización vía IO

El tiempo medio empleado en la obtención de la vía IO en los grupos que tuvieron éxito fue de 547,02 segundos (+/-291,292) (gráfica 7). Como se puede observar, aquellos que decidieron la necesidad de la IO fueron precoces en la toma de decisión, la mayoría de los grupos se decantaron por esta posibilidad entre los 200 y los 750 segundos.



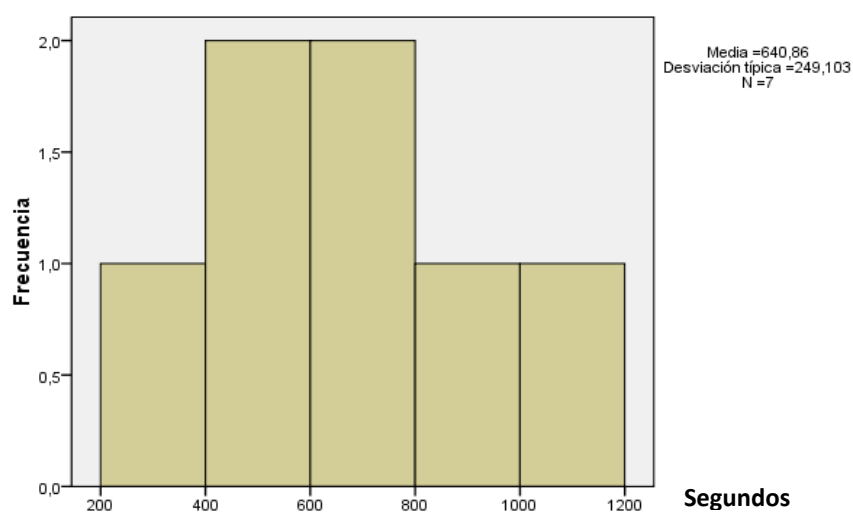
Gráfica 7. Tiempo medio empleado para canalización IO

Todos esos grupos (78) intentaron la canalización de una segunda IO, consiguiéndolo sólo el 9%, con un fracaso en el 91% (gráfica 8).



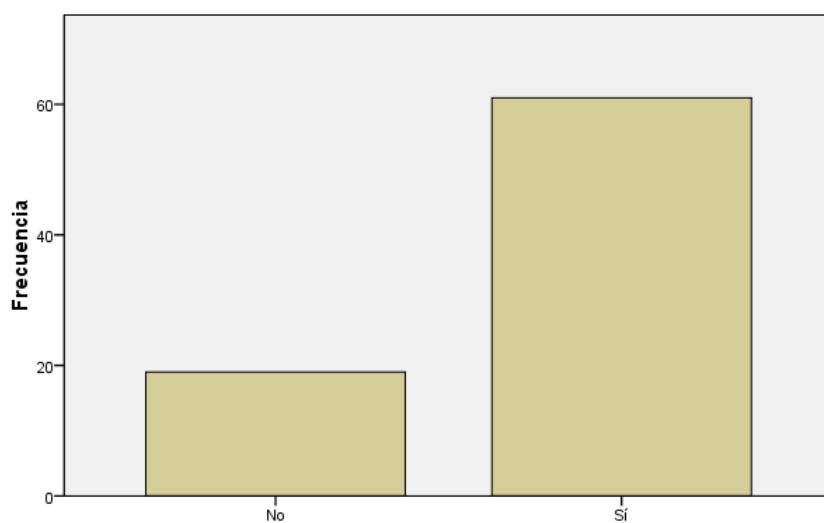
Gráfica 8. Canalización 2ª vía IO

El tiempo medio empleado en la obtención de esta segunda IO con éxito fue de 640,86 segundos (+/-249,103) (gráfica 9).



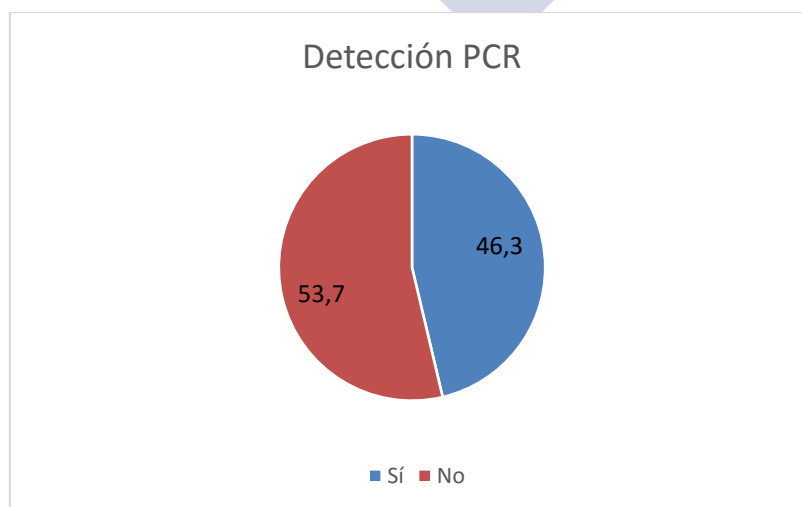
Gráfica 9. Tiempo medio empleado para 2ª vía IO

En el 76,3% de los casos evolucionó hacia una parada cardiorrespiratoria (PCR) (gráfica 10). El que el caso clínico evolucione a este hecho fue a criterio de los expertos que dirigían el curso, según en su experiencia profesional y basándose en el manejo del caso, tratamientos administrados en tiempo, modo y forma adecuados.



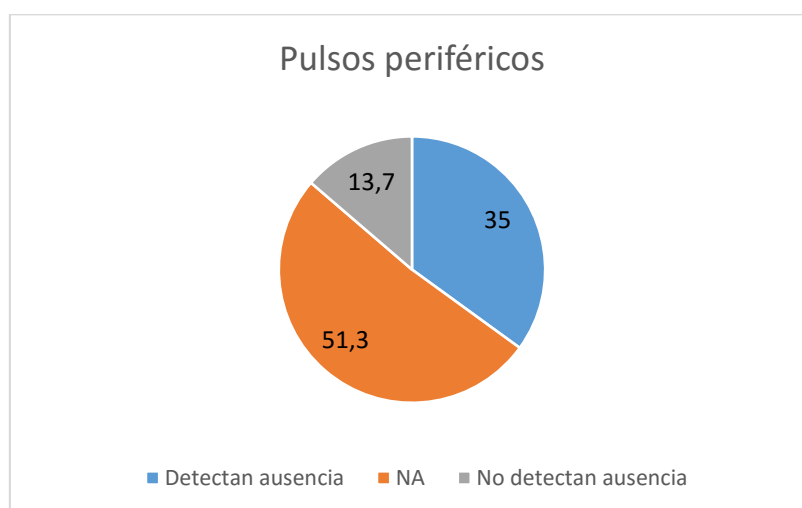
Gráfica 10. Casos que evolucionaron a PCR

Cuando el caso evoluciona a parada cardiorrespiratoria, el 46,3% detectan este hecho frente al 53,8% que no (gráfica 11).



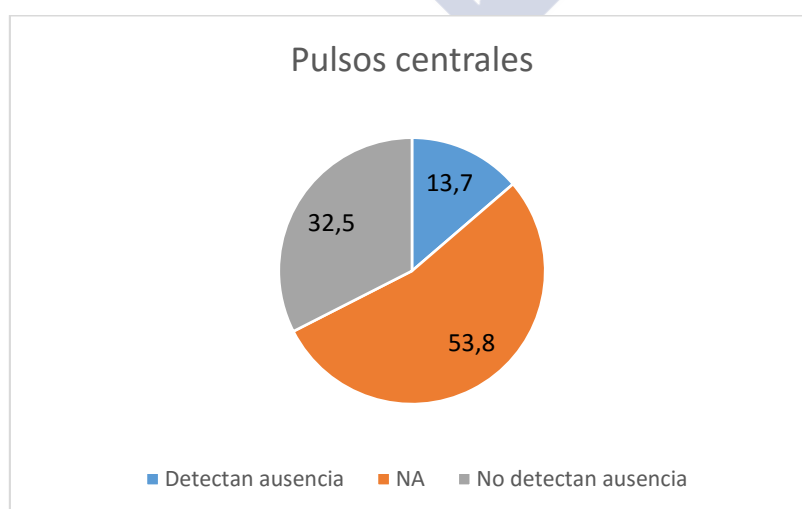
Gráfica 11. Detección PCR

Cuando los grupos evalúan los pulsos periféricos, el 51,3% no lo realizan, el 35% lo realizan pero no detectan la ausencia de pulsos, y el 13,7% lo realizan y detectan que no hay pulso (gráfica 12).



Gráfica 12. Detección ausencia pulsos periféricos

En cuanto a la palpación de pulsos centrales (femoral y braquial), el 53,8% no realizan este paso, el 32,5% no detectan la ausencia de pulso, y el 13,7% detecta la ausencia de pulso en el caso clínico (gráfica 13).

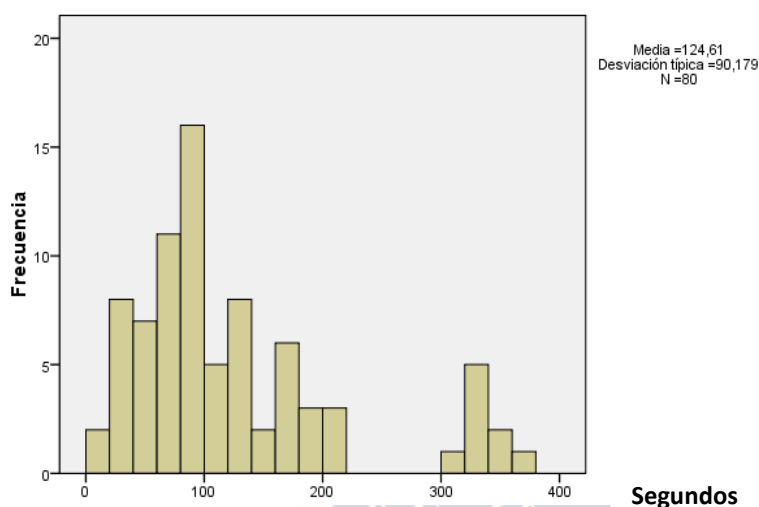


Gráfica 13. Detección ausencia pulsos centrales

#### 5.4. Tratamiento A (vía aérea)

A continuación vemos los tratamientos empleados para el manejo de la vía aérea. En todos los casos se administró oxígeno.

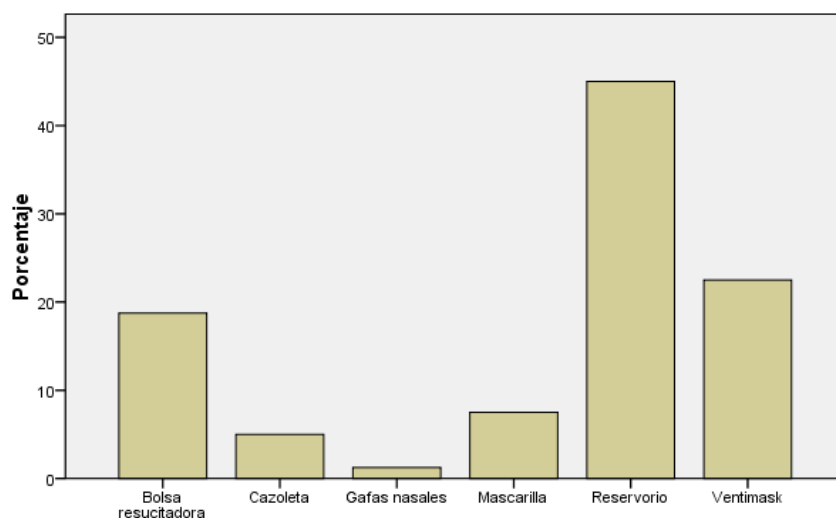
El tiempo medio empleado para la administración de O<sub>2</sub> fue de 124,61 segundos (+/- 90,179) (gráfica 14).



Gráfica 14. Tiempo empleado para la administración de O<sub>2</sub>

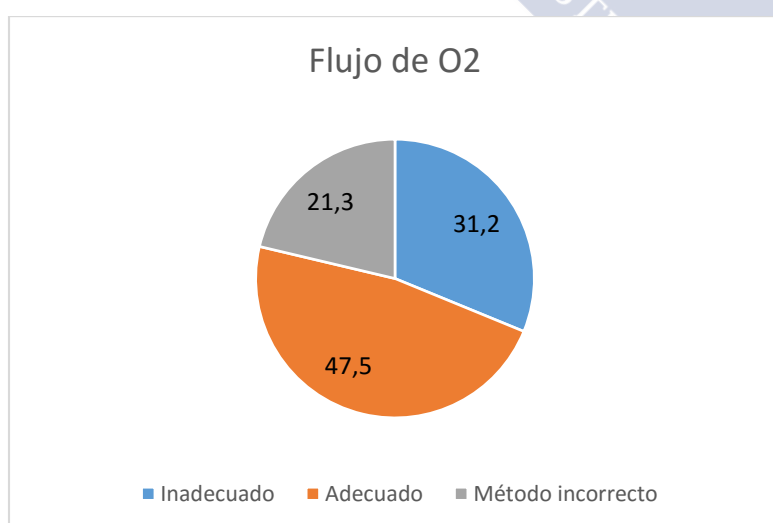
Como en el caso anterior, también se visualiza en la gráfica que la mayoría de los grupos administran oxígeno precozmente, necesitan menos de 200 segundos para la monitorización.

La técnica empleada para la administración del mismo ha sido variable (gráfica 15): el 45% lo administró mediante mascarilla con reservorio de oxígeno, el 22,5% mediante mascarilla simple de oxígeno, el 18,8% usando la bolsa resucitadora, un 7,5 % mediante mascarilla simple, un 5% mediante mascarilla con cazoleta para nebulización y un 1,2% mediante gafas nasales.



Gráfica 15. Método de administración de oxígeno

En cuanto al flujo de O<sub>2</sub> necesario para una suficiente administración al paciente según la técnica escogida, se constató que en el 31,2% de los casos no se administra un flujo adecuado de O<sub>2</sub>, en el 47,5% sí lo hacen de modo correcto y en un 21,3% eligen un método de administración de O<sub>2</sub> pero no conectan a una fuente de O<sub>2</sub> para administrar un flujo adecuado (gráfica 16).



Gráfica 16. Flujo de O<sub>2</sub>

De los 80 grupos, en 6 (7,5%) se empleó tratamiento con adrenalina nebulizada. El retraso medio en su administración fue de 178,83 segundos (+/-174,508).

### 5.5. Tratamiento B (ventilación)

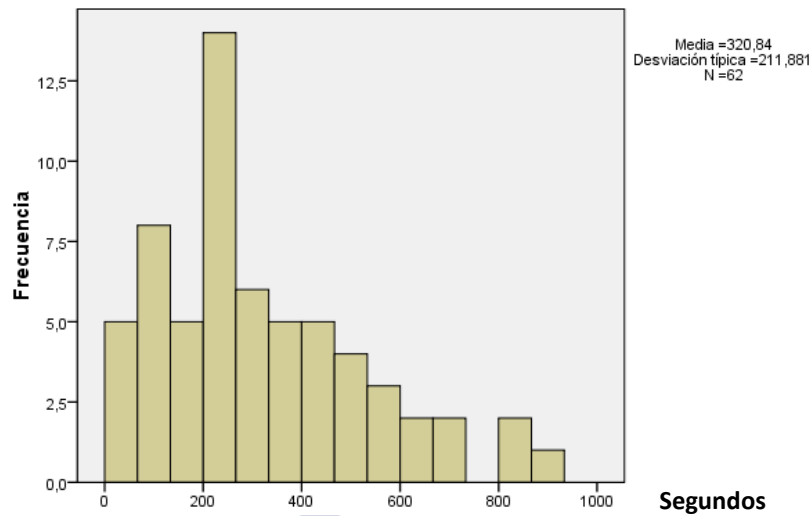
En la siguiente tabla resumen incluimos algunas de las acciones del tratamiento de la B (tabla 10).

Acción	Realización (n - %)	Tiempo medio segundos (+/-DS)
Administración de salbutamol nebulizado	13 - (16,3)	124,61 (+/- 90,179)
Adrenalina nebulizada	6 - (7,5)	178,83 (+/- 174,508)
Ventilación con bolsa resucitadora	39 - (63,9)	320,84 (+/- 211,881)
Intubación	51 - (63,8)	NA
Canalización 2ª vía IV	60 - (75)	507,3 (+/- 281,601)
Canalización vía IO	50 - (62,5)	547,02 (+/- 291,292)
Canalización 2ª vía IV	7 - (9)	640,86 (+/- 249,103)
Evaluación pulsos periféricos	39 - (48,8)	NA
Evaluación pulsos centrales	37 - (46,3)	NA

Tabla 10. Tratamiento de la B

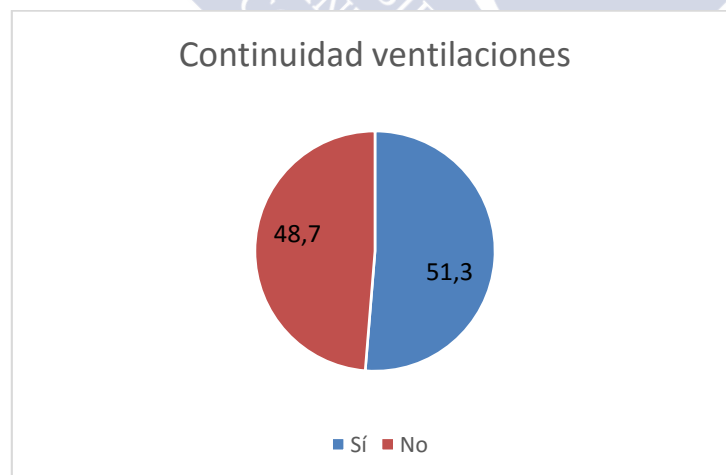
El retraso medio desde la detección de la parada respiratoria hasta el inicio de las ventilaciones en fue de 320,84 segundos (+/-211,881-) (gráfica 17).





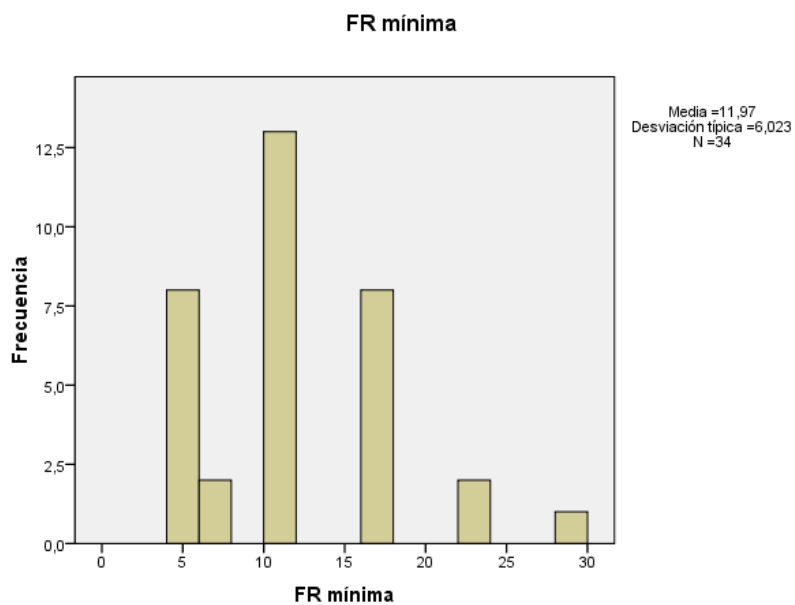
Gráfica 17. Tiempo medio empleado para iniciar maniobras de ventilación

Si analizamos más detalladamente este punto, además vemos que el 51,3% inician la ventilación y lo hacen de un modo continuo, sin interrupciones, el 48,7% ventilan pero de un modo discontinuo (gráfica 18).

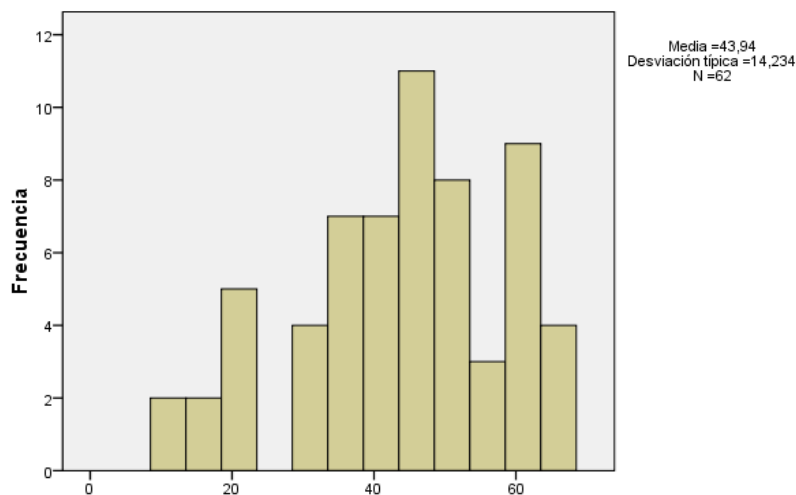


Gráfica 18. Continuidad en las maniobras de ventilación

Además, la frecuencia respiratoria (FR) de las ventilaciones era muy variable, oscilando la FR mínima en 11,97 respiraciones por minuto (rpm) ( $\pm 6,023$ ) (gráfica 19), y la máxima en 43,94 rpm ( $\pm 14,234$ ) (gráfica 20).

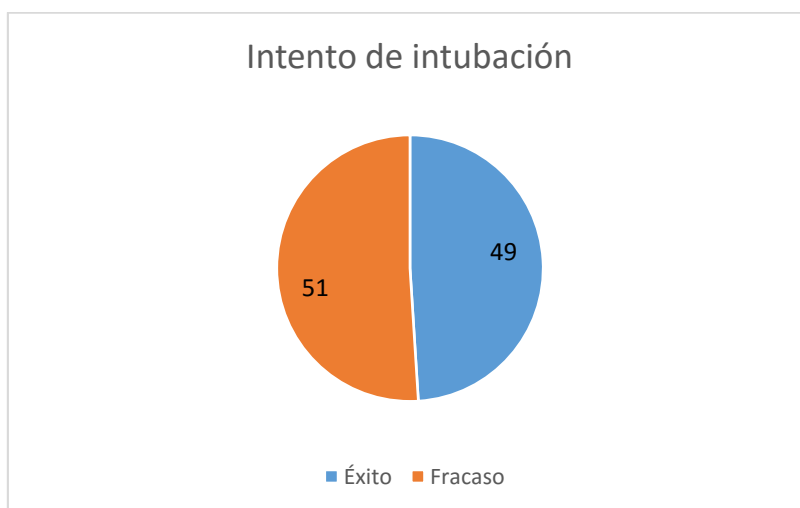


Gráfica 19. FR mínima empleada en las maniobras de ventilación



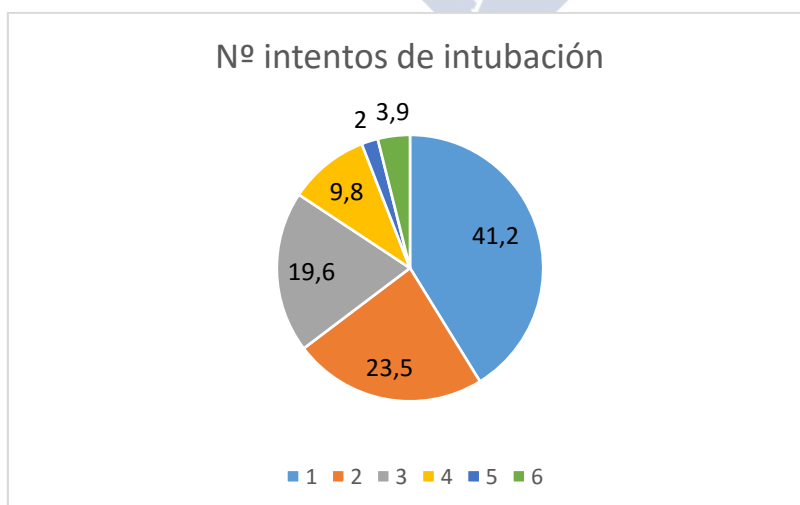
Gráfica 20. FR máxima empleada en las maniobras de ventilación

Durante la evolución del caso el 63,8% de los grupos consideró la intubación. De ellos el 49% lo consiguió frente al 51% que no (gráfica 21).



Gráfica 21. Intubación

Para conseguir la intubación los intentos variaron para conseguir el objetivo. El 41,2% necesitó 1 intento, el 23,5% 2 intentos, el 19,6% 3 intentos, el 9,8% 4 intentos, un 2% 5 intentos y un 3,9% 6 intentos (gráfica 22).



Gráfica 22. Intentos de intubación

## 5.6. Tratamiento C (circulación)

### 5.6.1. Administración de líquidos

En la siguiente tabla resumen incluimos la administración de líquidos en nuestro caso (tabla 11).

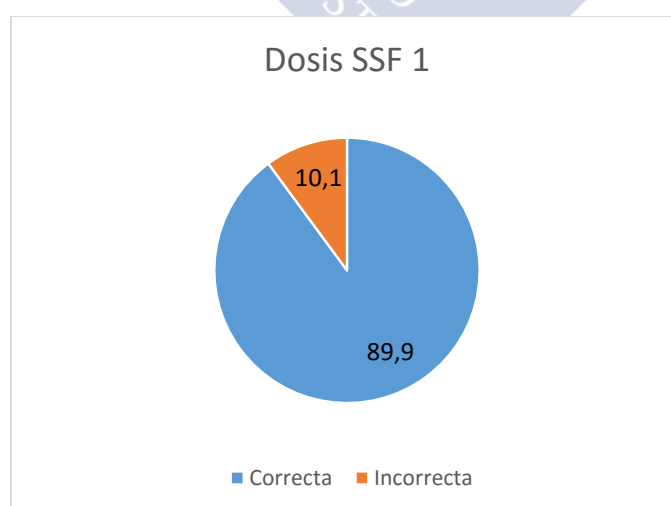
Acción	Realización (n - %)	Tiempo medio segundos (+/-DS)
Administración 1º bolo SSF	79 - (98,8)	322,37 (+/- 192,294)
Administración 2º bolo SSF	62 - (77,5)	612,89 (+/- 270,312)
Administración 3º bolo SSF	25 - (31,3)	884,08 (+/- 231,13)
Administración 4º bolo SSF	7 - (8,8%)	1140,14 (+/- 157,548)

Tabla 11. Tratamiento de la C

A continuación detallamos la administración de dosis de líquidos en el caso simulado:

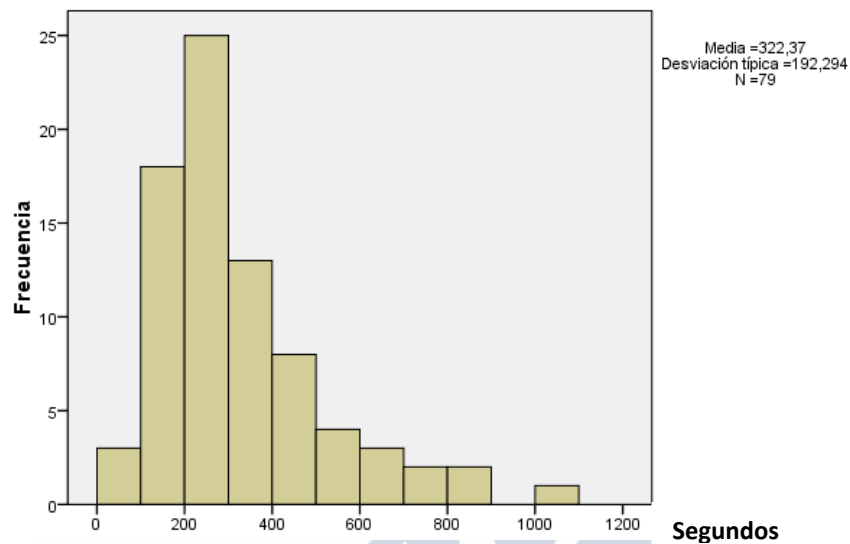
El 98,8% consideró que era necesario la administración de un bolo de suero salino fisiológico. Sólo un grupo no administró este tratamiento.

La dosis empleada varió según los grupos. Se consideró adecuada la administración de una dosis de 15-20 mL/kg. Un 10,1% administró una dosis incorrecta, frente a un 89,8% que la administró adecuadamente (gráfica 23).



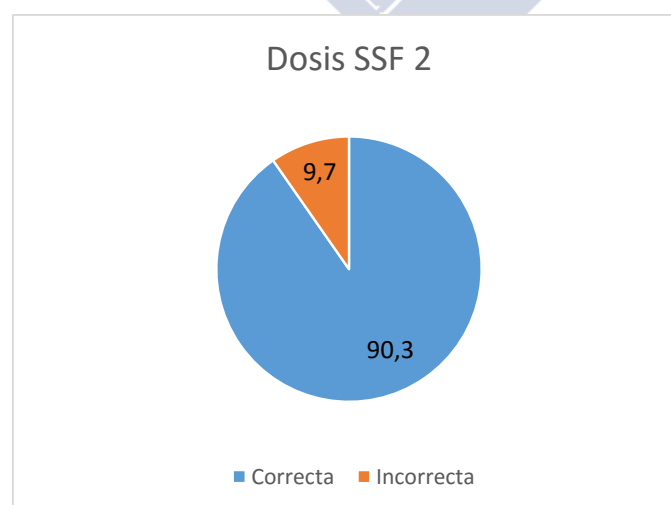
Gráfica 23. Dosis SSF 1

El tiempo medio utilizado para la administración del bolo fue de 322,37 segundos (+/- 192,294) (gráfica 24).



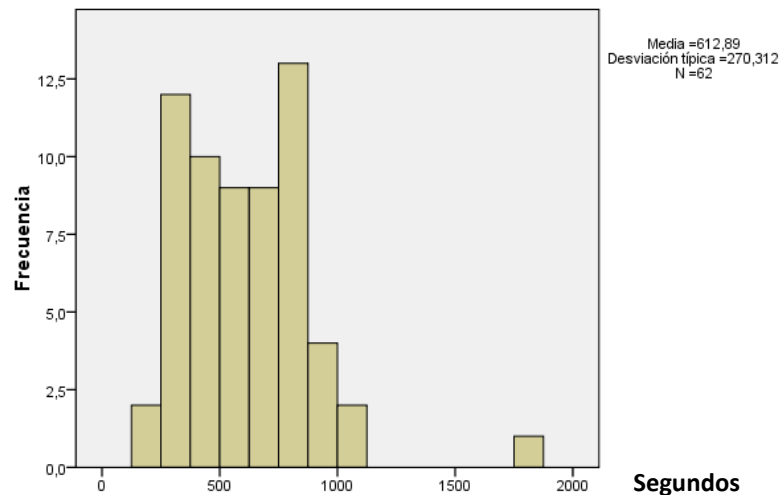
Gráfica 24. Tiempo medio empleado para administración 1ª bolo SSF

De los 79 que administraron la primera dosis de SSF, 62 (78,5%) optaron por administrar un segundo bolo de SSF. El 90,3% usaron una dosis correcta, frente al 9,7% que administraron una dosis inadecuada (gráfica 25).



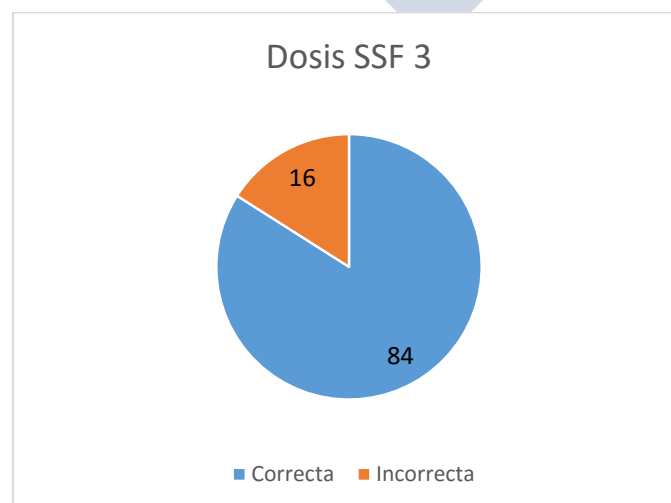
Gráfica 25. Dosis SSF 2

El tiempo medio empleado para la administración de este segundo bolo de SSF fue de 612,89 segundos (+/-270,312) (gráfica 26). La mayoría de los grupos iniciaron el bolo entre los 200 y 900 segundos. Algún caso aislado tardó en la administración más de 1500 segundos.



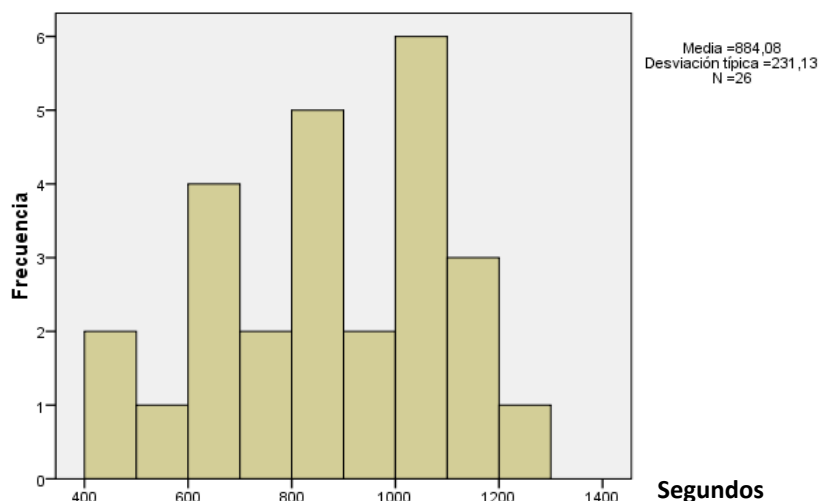
Gráfica 26. Tiempo medio empleado para administración 2º bolo SSF

25 grupos de los 62 anteriores (40%) consideraron administrar un tercer bolo de SSF. El 84% administraron una dosis correcta frente al 16% (gráfica 27).



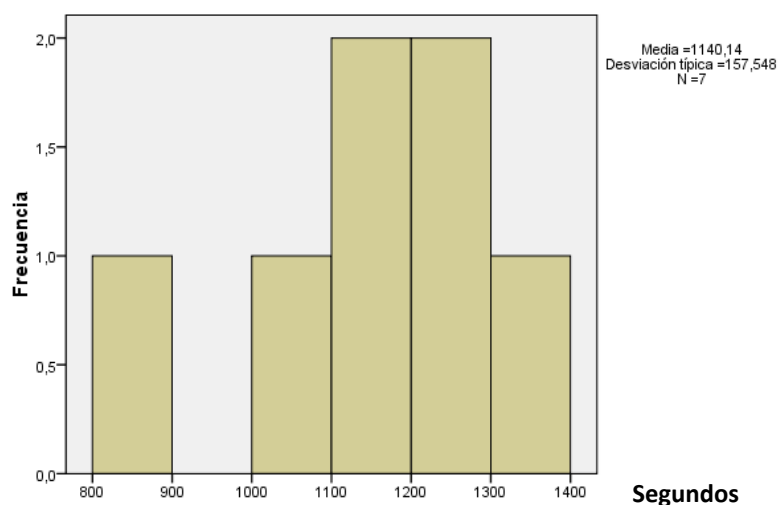
Gráfica 27. Dosis SSF 3

El tiempo medio empleado fue de 884,08 segundos ( $\pm 231,13$ ) (gráfica 28).



Gráfica 28. Tiempo medio empleado para administración 3º bolo de SSF

Finalmente, de esos 25 un 28% administraron una cuarta dosis de SSF. Todos ellos administraron la dosis correcta. El tiempo medio empleado para administrar esta 4ª dosis de SSF fue de 1140,14 segundos ( $\pm 157,548$ ) (gráfica 29).



Gráfica 29. Tiempo medio empleado para administración 4º bolo de SSF

### 5.6.2. Calidad del masaje en la PCR (parada cardiorrespiratoria)

En la tabla 12 se resumen las acciones relacionadas con la calidad del masaje que se obtuvieron en los casos de PCR, que sucede en 37 escenarios.

Acción	Adecuada (n - %)	Indecuada (n - %)	No realiza (n - %)
Frecuencia	11 - (29,7)	15 - (40,6)	11 - (29,7)
Posición manos	24 - (64,9)	2 - (5,4)	11 - (29,7)
Continuidad	8 - (21,6)	18 - (48,7)	11 - (29,7)
Profundidad	11 - (29,7)	15 - (40,6)	11 - (29,7)
Descompresión	24 - (64,9)	2 - (5,4)	11 - (29,7)
Relación masaje/ventilación	20 - (54,1)	6 - (16,2)	11 - (29,7)

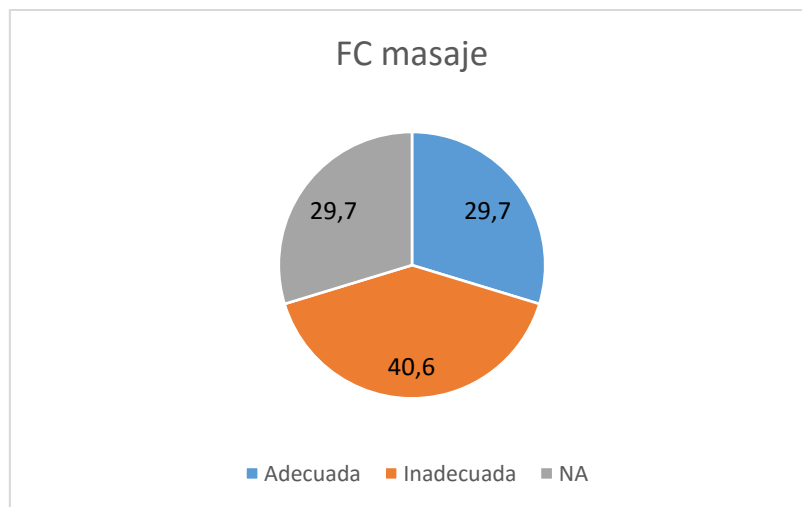
Tabla 12. Calidad de masaje en la PCR

Describiremos más detalladamente a continuación los ítems relacionados con la calidad del masaje:

#### 5.6.2.1. Frecuencia

En cuanto a la frecuencia de masaje (FC), de los 37 grupos (46,3%) que deberían realizar masaje cardíaco, el 29,7% lo hace con una FC adecuada, 40,6% lo hace con una FC inadecuada, y el 29,7% no lo realiza (gráfica 30). Se consideró una FC adecuada de masaje aquella entre 90-120 lpm.





Gráfica 30. FC masaje

#### 5.6.2.2. Posición de las manos

Se valoró la posición adecuada de las manos cuando realizaban el masaje. El 92,3% lo hacía en la posición adecuada, frente al 7,7% (gráfica 31).



Gráfica 31. Posición manos durante el masaje

### 5.6.2.3. Continuidad

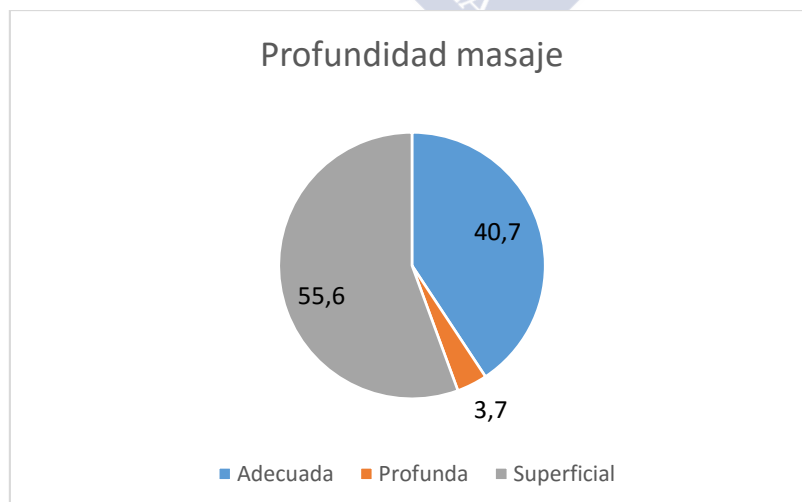
Se valoró la continuidad de la realización del masaje. El 26,9% lo hacía de modo continuo sin interrupciones, frente al 73,1% que lo hacía de modo discontinuo (gráfica 32).



Gráfica 32. Continuidad del masaje cardíaco

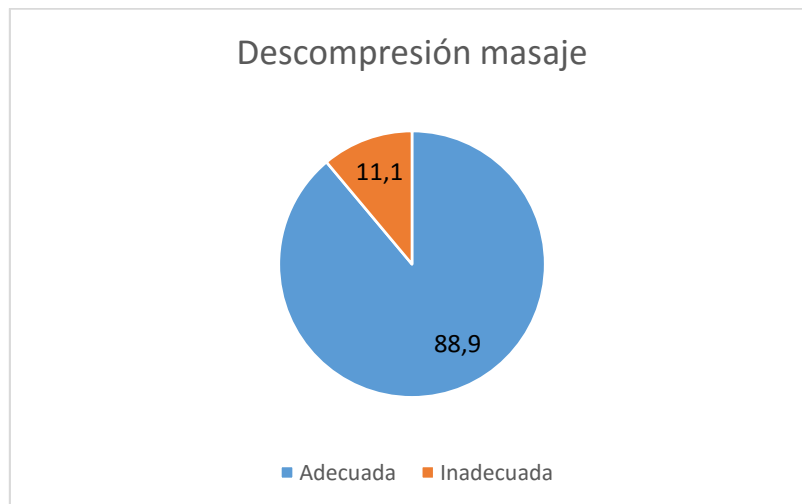
### 5.6.2.4. Profundidad y descompresión

Se valoró también la profundidad y la descompresión mientras se realizaba la reanimación cardiopulmonar (RCP). En cuanto a la profundidad, el 40,7% lo hacía de modo adecuado, el 3,7% lo hacía con una profundidad mayor de lo recomendado y el 55,6% lo hacía de una manera superficial (gráfica 33).



Gráfica 33. Profundidad del masaje cardíaco

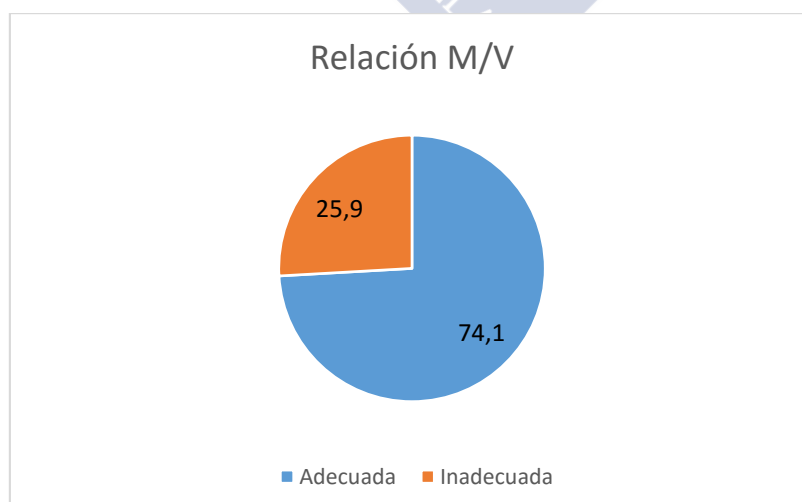
En cuanto a las descompresiones, el 88,9% lo hacía de modo adecuado frente al 11,1% que no hacía una descompresión total adecuada (gráfica 34).



Gráfica 34. Descompresión durante el masaje cardíaco

#### 5.6.2.5. Relación M/V (Masaje/Ventilación)

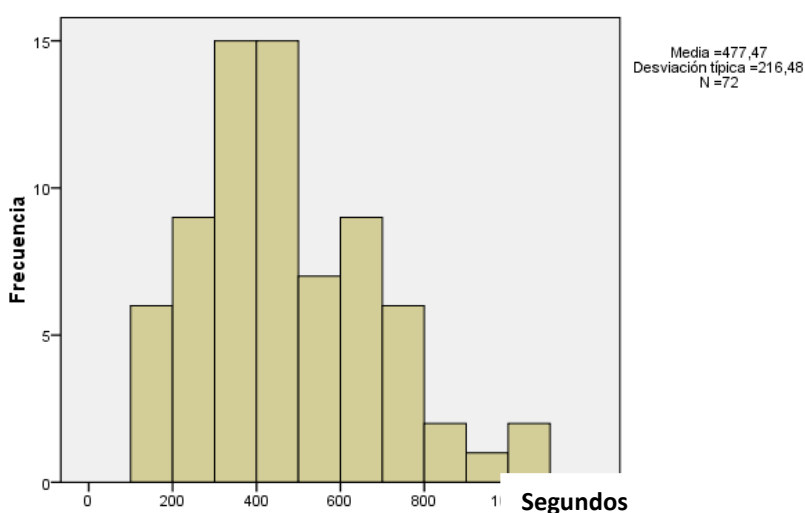
En cuanto a la relación masaje/ventilación, 74,1% lo hacía de modo adecuado como indican las normas actuales de RCP de 15/2 o 30/2, frente al 25,9% que lo realizaba de un modo inadecuado (gráfica 35).



Gráfica 35. Relación M/V durante el masaje cardíaco

### 5.7. Contacto con Servicio de Emergencias Médicas (SEM)

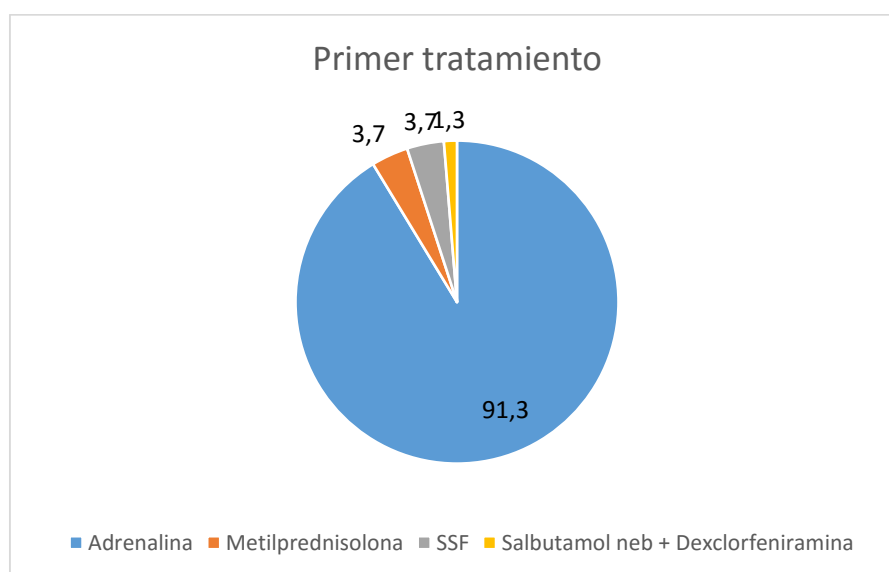
El 90% decidió contactar con los Servicios de Emergencias Médicas (SEM) mediante llamada al 112 o 061 para trasladar el paciente desde la consulta simulada de Pediatría de Atención Primaria a un Servicio de Urgencias Hospitalarias. El tiempo medio empleado por los grupos que llegaron a contactar con los SEM fue de 477,47 segundos (+/- 216,48) (gráfica 36).



Gráfica 36. Tiempo medio empleado para contacto con SEM

### 5.8. Empleo de adrenalina

En cuanto al primer tratamiento administrado al paciente, el 91,3% decidió administrar adrenalina, un 3,7% metilprednisolona, un 3,7% administró expansión de suero salino y un 1,3% administró salbutamol nebulizado junto con dexclorfeniramina parenteral (gráfica 37).

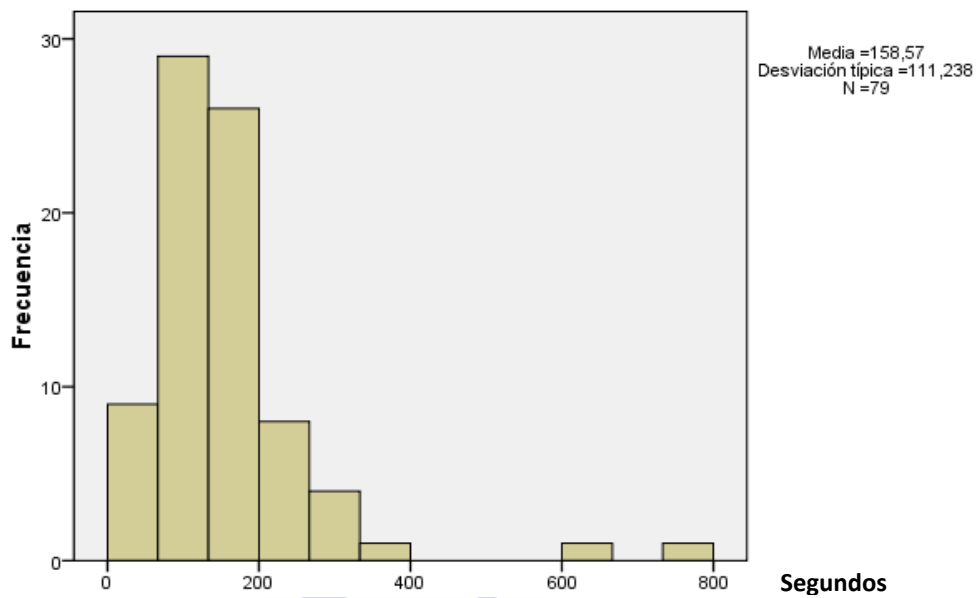


Gráfica 37. Primer tratamiento

### 5.8.1. Primera dosis de adrenalina

#### 5.8.1.1. Tiempo de administración de la primera dosis de adrenalina

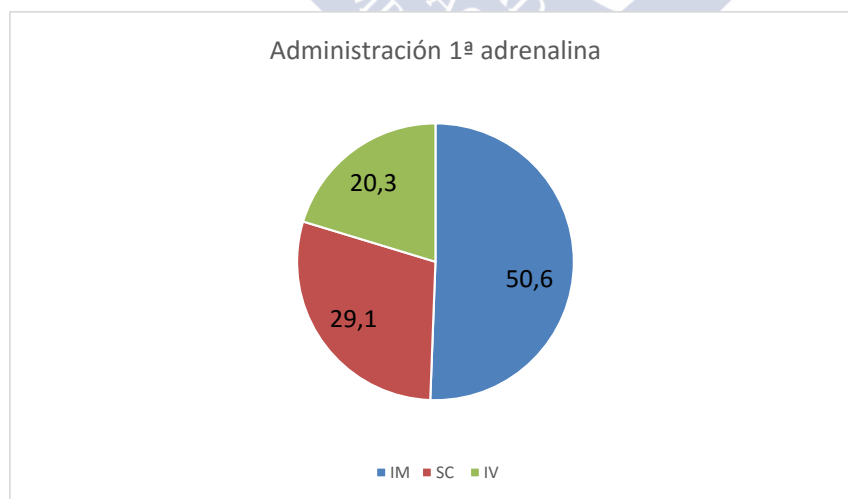
De los 80 grupos, 79 administran adrenalina durante el transcurso del caso. El tiempo medio que transcurrió desde que se inició el caso clínico hasta la administración de la primera dosis de adrenalina fue de 158,57 segundos (+/- 111,238) (gráfica 38). Excepto dos casos, todos los grupos emplearon menos de 400 segundos en la administración del tratamiento, y la mayoría en menos de 200 segundos.



Gráfica 38. Tiempo medio empleado para administración 1ª dosis de adrenalina

#### 5.8.1.2. Vía de administración de la primera dosis de adrenalina

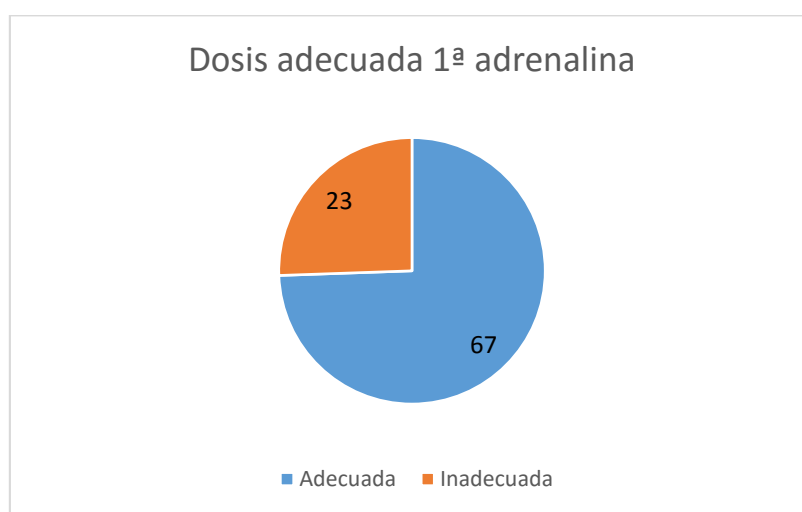
En esos 79 grupos que administraron adrenalina varió la vía de administración (gráfica 39): un 50,6% la administra vía IM, un 29,1% SC y un 20,3% IV.



Gráfica 39. Vía de administración 1ª dosis de adrenalina

### 5.8.1.3. Dosificación de la primera dosis de adrenalina

De los 79 que administran la dosis de adrenalina, 53 lo hacen con la dosis correcta (67%) y 26 con una dosis incorrecta (23%) (figura 40). Se consideró correcta la administración de adrenalina IM o SC a 0,01 mg/kg de la adrenalina 1/1.000, o en caso de administrarla IV a dosis de 0,01 mg/kg de la adrenalina 1/10.000.

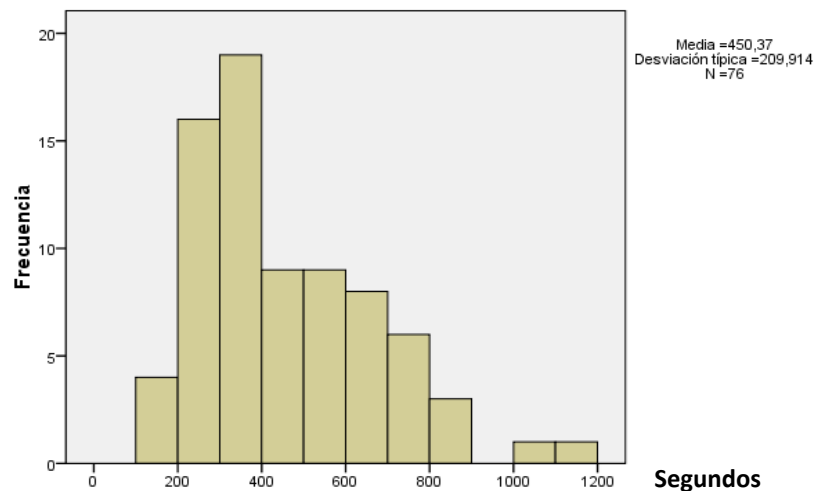


Gráfica 40. Dosis adecuada 1ª adrenalina

### 5.8.2. Segunda dosis de adrenalina

#### 5.8.2.1. Tiempo de administración de la segunda dosis de adrenalina

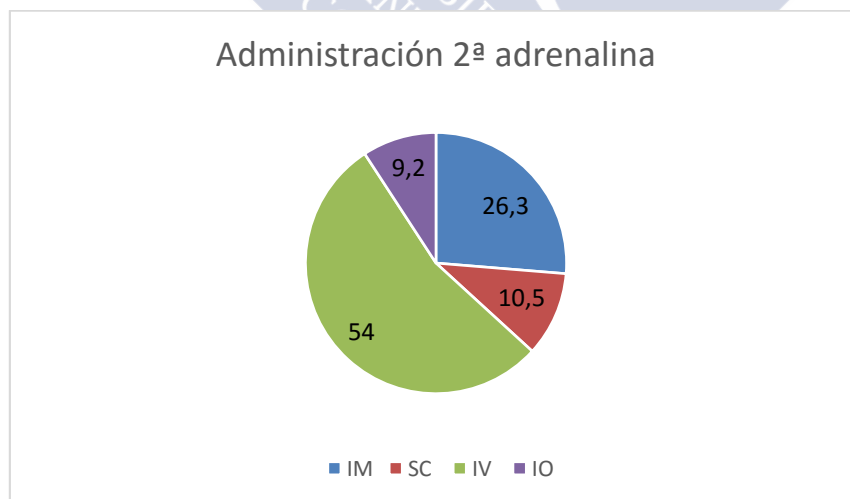
Durante la duración del caso, de los 80 grupos como habíamos señalado 79 administraron una primera dosis de adrenalina, posteriormente 76 consideraron administrar una segunda dosis. El tiempo medio para la administración de esta segunda dosis fue de 450,37 segundos (+/-209,914) (gráfica 41). Un número importante de grupos la administraron entre los 200 y 400 segundos de iniciarse el caso, y casi todos entre los 200 y los 800 segundos.



Gráfica 41. Tiempo medio empleado para administración 2ª dosis de adrenalina

#### 5.8.2.2 Vía de administración de la segunda dosis de adrenalina

La forma de administración fue la siguiente: un 26,3% optó por la vía IM, un 54% por la vía IV, un 10,5% por la vía SC y un 9,2% por la vía IO (gráfica 42).

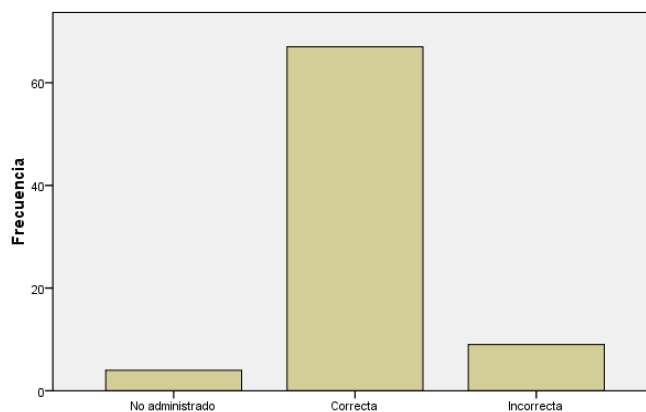


Gráfica 42. Vía de administración 2ª dosis de adrenalina



### 5.8.2.3. Dosificación de la segunda dosis de adrenalina

De los que administraron la segunda dosis, el 88,2% lo hizo a la dosis adecuada, el 11,8% con una dosis incorrecta (gráfica 43).

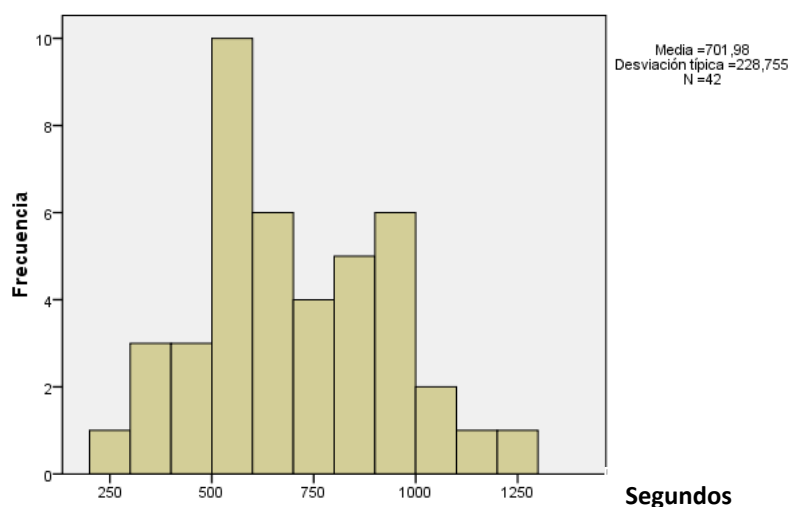


Gráfica 43. Dosis 2ª dosis de adrenalina

### 5.8.3. Tercera dosis de adrenalina

#### 5.8.3.1. Tiempo de administración de la tercera dosis de adrenalina

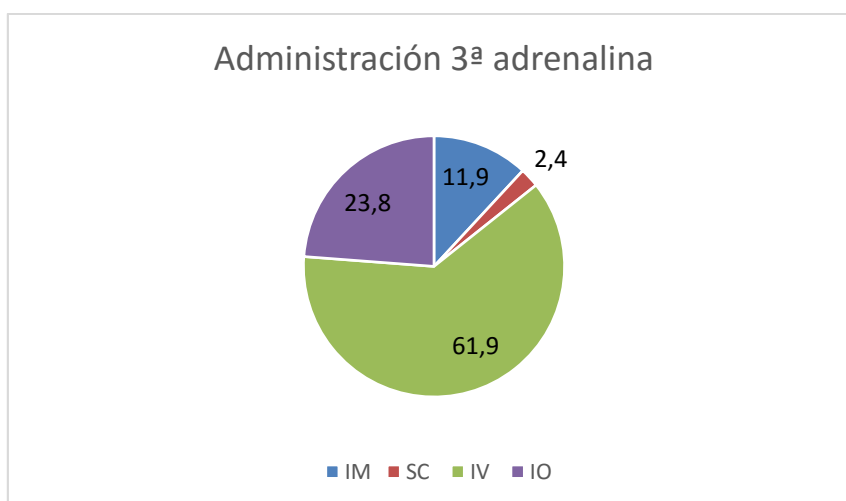
De los 76 que administraron una segunda dosis de adrenalina, 42 posteriormente administraron una 3ª dosis. El tiempo medio para su administración fue de 701,98 segundos (+/- 228,755) (gráfico 44).



Gráfica 44. Tiempo medio empleado para administración 3ª dosis de adrenalina

### 5.8.3.2. Vía de administración tercera dosis de adrenalina

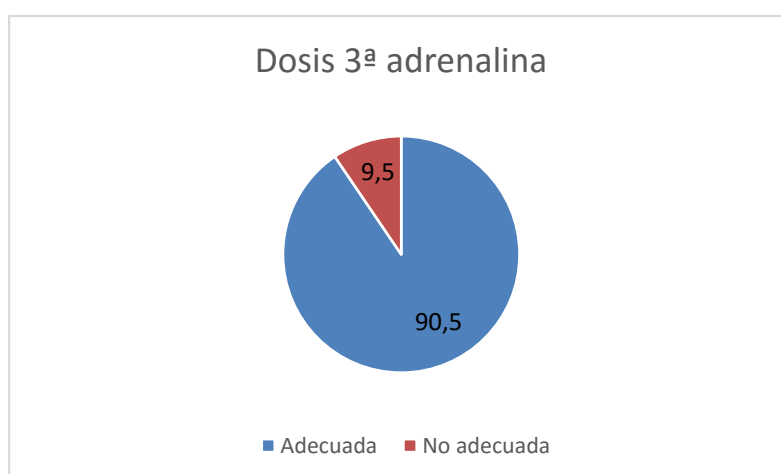
La forma de administración varió también en esta 3ª dosis: un 11,9% eligieron la vía IM, un 61,9% la IV, un 2,4% la SC y un 23,8% la IO (gráfica 45).



Gráfica 45. Forma administración 3ª dosis de adrenalina

### 5.8.3.3. Dosificación de la tercera dosis de adrenalina

De los 42 grupos que administraron la 3ª dosis, un 90,5% la administran con una dosis correcta y un 9,5% usando una dosis inadecuada (gráfica 46).

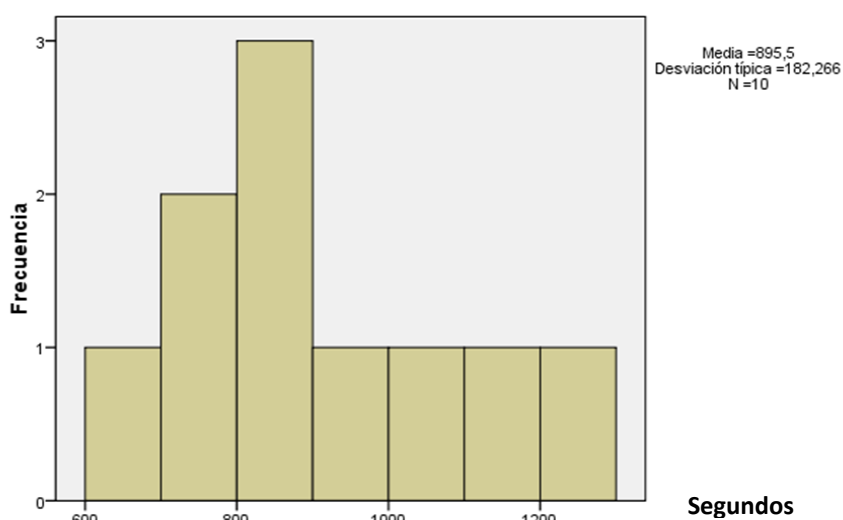


Gráfica 46. Dosis adecuada 3ª adrenalina

#### 5.8.4. Cuarta dosis de adrenalina

##### 5.8.4.1. Tiempo de administración de la cuarta dosis de adrenalina

De los 80 grupos iniciales, 10 grupos llegaron a considerar necesario la administración de una 4ª dosis de adrenalina. El tiempo medio para su administración fue de 895,5 segundos (+/-182,266) (gráfica 47).



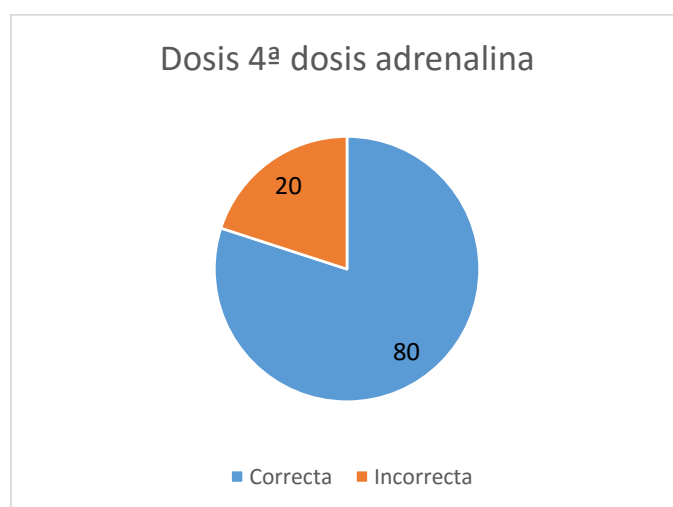
Gráfica 47. Tiempo medio empleado para administración 4ª dosis de adrenalina

##### 5.8.4.2. Vía de administración cuarta dosis de adrenalina

Los 10 optaron por la vía IV de administración.

##### 5.8.4.3. Dosificación de la cuarta dosis de adrenalina

8 de los grupos (80%) lo hicieron con la dosis adecuada (gráfica 48).

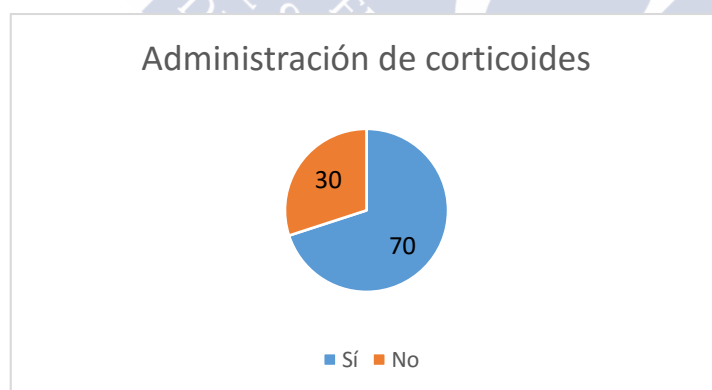


Gráfica 48. Dosis 4ª dosis de adrenalina

## 5.9. Otros tratamientos empleados

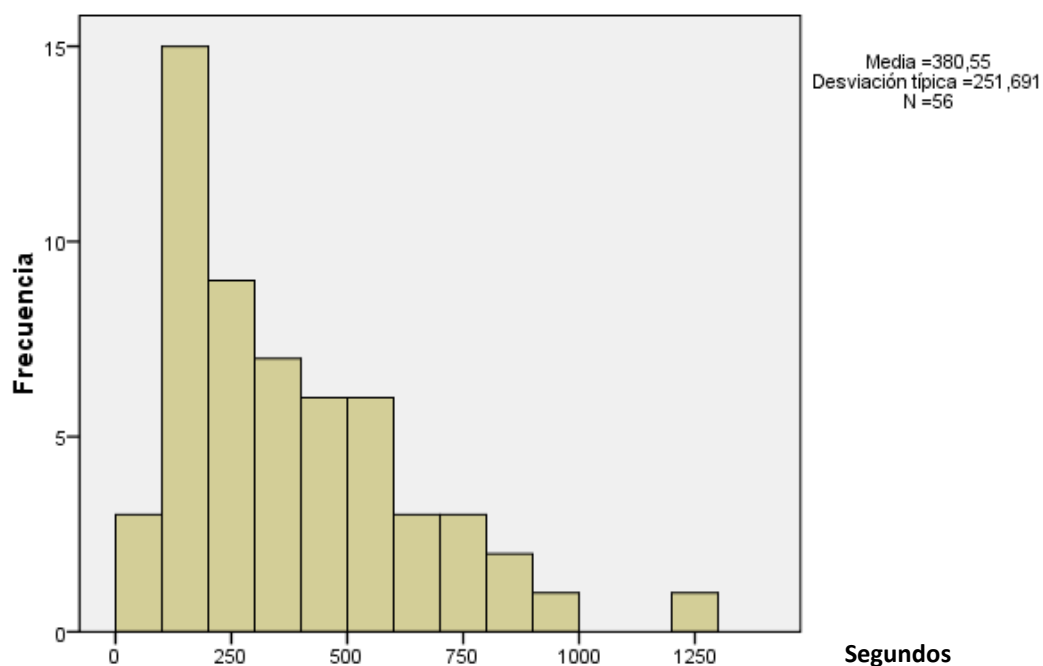
### 5.9.1. Corticoides

De los 80 grupos 56 (70%) optaron por administrar corticoides durante el caso (gráfica 49).



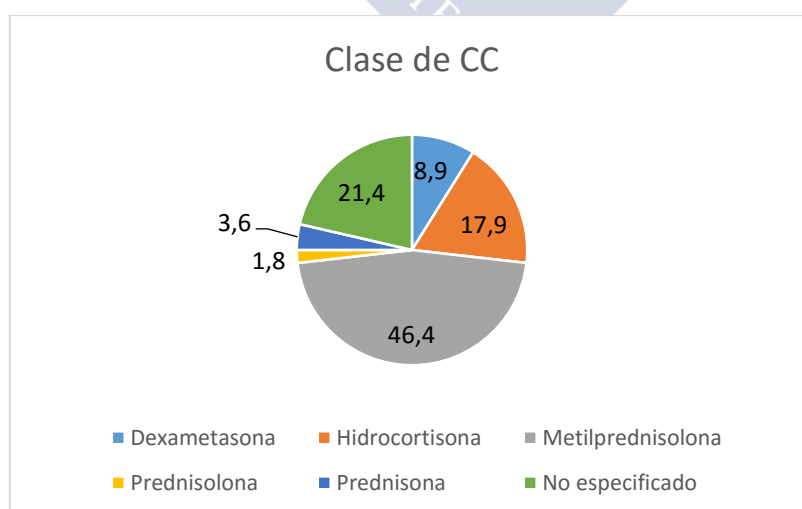
Gráfica 49. Administración de CC

El tiempo medio empleado para su administración fue de 380,55 segundos (+/-) 251,691) (gráfica 50).



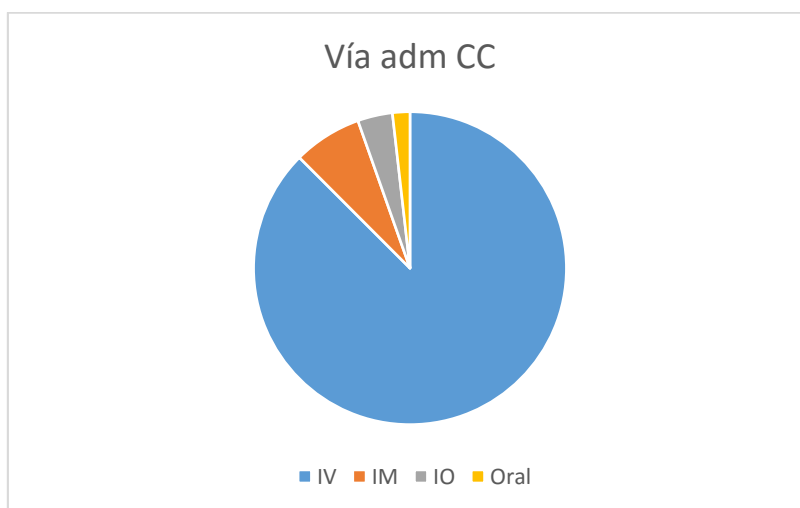
Gráfica 50. Tiempo medio empleado para la administración de CC

El tipo de corticoide varió de unos grupos a otros como vemos en la siguiente gráfica (gráfica 51). El 8,9% empleó la dexametasona, el 17,9% la hidrocortisona, el 46,4% la metilprednisolona, el 1,8% la prednisolona, el 3,6% la prednisona y hubo un 21,4% donde no especificaron el corticoide administrado durante el caso.



Gráfica 51. Clase de CC administrado

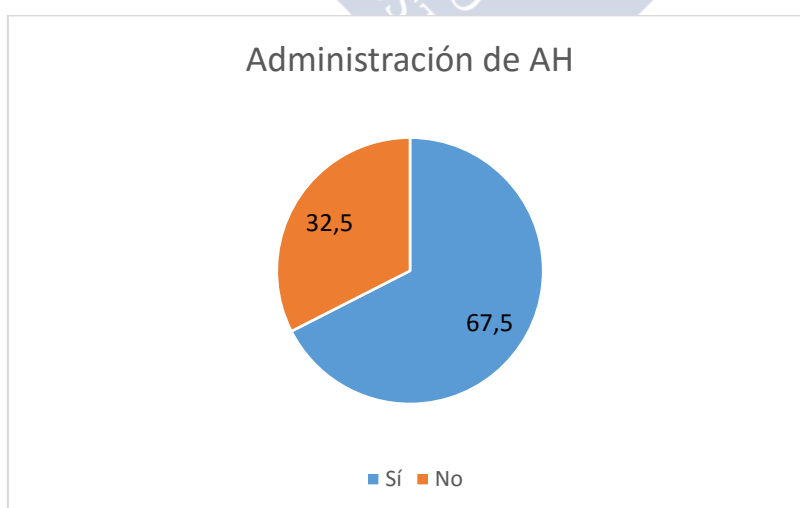
La vía de administración de los corticoides también fue variable (gráfica 52). Un 87,5% utilizó la vía IV, un 7,1% utilizó la vía IM, un 3,6% la vía IO y un 1,8% utilizó la vía oral.



Gráfica 52. Vía de administración del CC

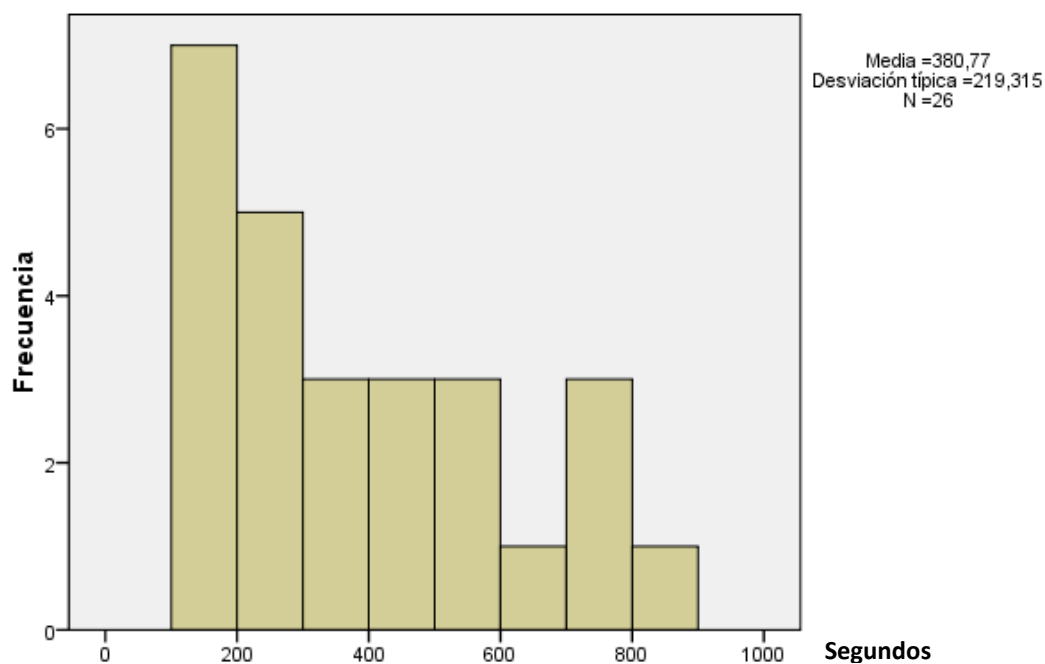
### 5.9.2 Antihistamínicos

En cuanto al tratamiento antihistamínico, el 32,5% optó por su administración (gráfica 53).



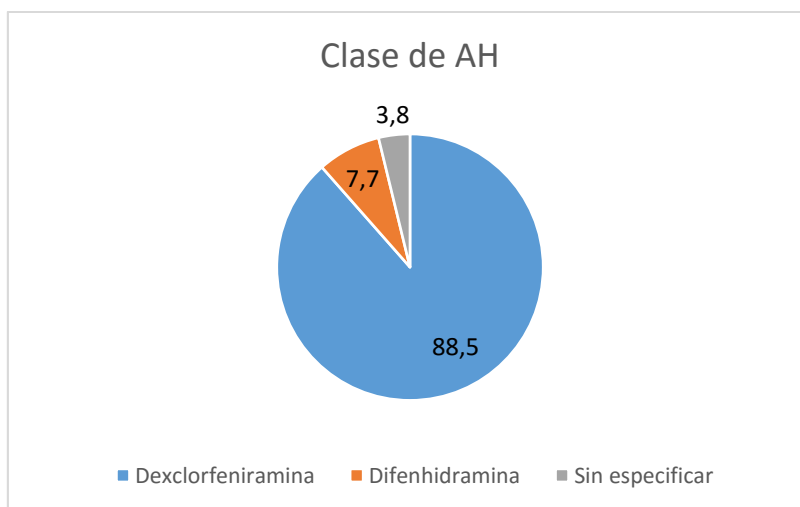
Gráfica 53. Administración de AH

El tiempo medio utilizado para su administración fue de 380,77 segundos (+/-219,315) (gráfica 54).



Gráfica 54. Tiempo medio empleado para la administración de AH

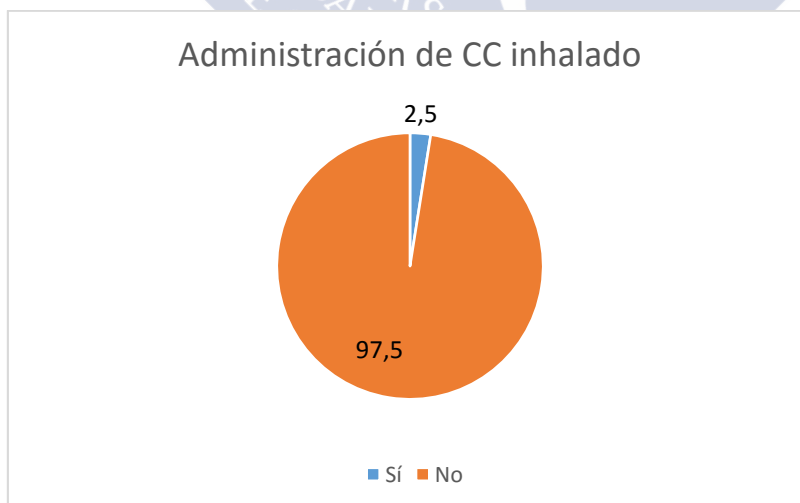
El tipo de AH utilizado también fue variable, si bien la mayoría (88,5%) optaron por la dexclorfeniramina (gráfica 55). Un 7,7% optó por las difenhidramina y un 3,8% por un AH que no especificaron durante el transcurso del caso.



Gráfica 55. Clase AH

### 5.9.3. Corticoides inhalados

Un 2,5% administró durante el tiempo de duración del caso un corticoide inhalado (gráfica 56).



Gráfica 56. CC inhalado



### 5.10. Evaluación del trabajo en equipo: liderazgo, actitud frente al caso y coordinación del grupo

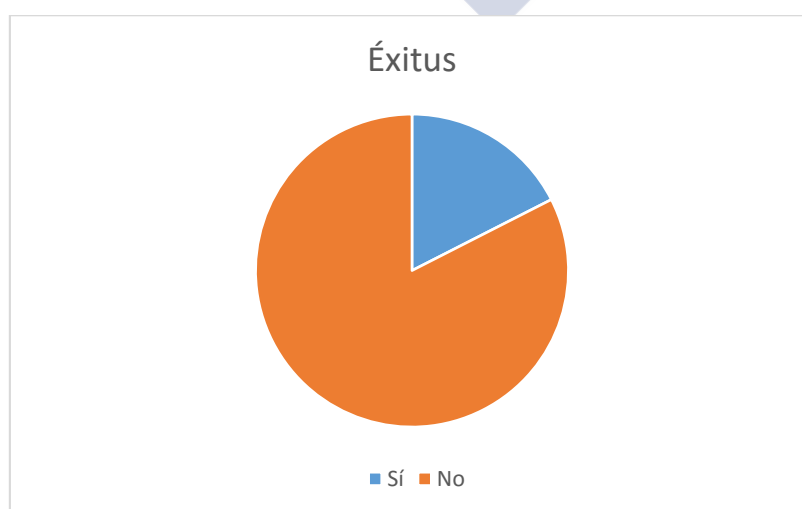
El profesorado evaluador, de un modo subjetivo, intentó puntuar la resolución del caso desde el punto de vista del liderazgo, actitud y coordinación del grupo. Puntuó cada valor del 1 al 5, dando como válidos aquellos que consiguieran 3 o más puntos (tabla x).

	Adecuado ( $\geq 3$ )	Inadecuado ( $< 3$ )
	n (%)	n (%)
Liderazgo	25 - (31,2)	55 - (68,8)
Actitud	38 - (47,5)	42 - (52,5)
Coordinación	38 - (47,5)	42 - (52,5)

Tabla 13. Puntuaciones de los grupos (liderazgo, actitud y coordinación)

### 5.11. Éxitus

Finalmente, a un 17,5% de los grupos el caso acabó con el fallecimiento del paciente. Se consideró esta situación en aquellos grupos que al menos no administraran 2 dosis de adrenalina IM y que no administraran al menos dos bolos de SSF (gráfica 57).



Gráfica 57. Éxitus

### **5.12. Influencia actividad líder**

Se comparó la actividad del líder frente a variables continuas como el tiempo empleado en la monitorización mediante pulsioximetría, el tiempo empleado para la administración de oxígeno, la monitorización ECG, la monitorización de la TA, el tiempo para contactar con los SEM, el tiempo para administrar la 1ª dosis de adrenalina, el tiempo para administrar la 2ª dosis de adrenalina, el tiempo para administrar la 3ª dosis de adrenalina, el tiempo para administrar la 4ª dosis de adrenalina, el tiempo para canalizar la vía IV, el tiempo para conseguir una vía IO, el tiempo para administrar la 1ª dosis de SSF, el tiempo para administrar la 2ª dosis de SSF, el tiempo para administrar la 3ª dosis de SSF, el tiempo para administrar la 4ª dosis de SSF, el tiempo para iniciar la ventilación en el paciente, la FR mínima utilizada, la FR máxima utilizada, los intentos de intubación, el tiempo para administrar el tratamiento con corticoides y el tiempo para administrar el tratamiento con antihistamínicos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (tabla 14)

## Resultados

Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	95% Intervalo de confianza diferencia	
					Inferior	Superior
Monitorización pulsioximetría (seg)	,057	,812	-,547	,586	-30,376	17,278
			-,518	,612	-33,567	20,469
Administración O2 (seg)	,551	,460	,136	,892	-52,709	60,425
			,120	,906	-65,039	72,755
Monitorización ECG (seg)	,860	,357	,568	,572	-78,709	141,391
			,710	,486	-60,631	123,314
Monitorización TA (seg)	7,156	,009	1,886	,063	-6,371	236,557
			4,119	,000	59,454	170,732
Contacto SEM (seg)	,140	,709	,566	,573	-123,634	221,524
			,585	,576	-146,260	244,150
Administración 1ª dosis de adrenalina (seg)	,303	,584	1,024	,309	-34,970	108,956
			1,287	,216	-23,697	97,684
Administración 2ª dosis de adrenalina (seg)	,045	,833	-1,036	,304	-215,598	68,131
			-1,061	,309	-225,010	77,543
Administración 3ª dosis de adrenalina (seg)	2,308	,137	-,653	,518	-271,644	138,977
			-,933	,372	-223,937	91,270
Administración 4ª dosis de adrenalina (seg)	1,480	,258	,717	,494	-235,376	447,876
			1,134	,318	-150,639	363,139
Vía IV (seg)	1,231	,271	1,410	,163	-28,374	165,139
			1,813	,083	-9,821	146,587
Vía IO (seg)	,694	,409	-,981	,332	-410,327	141,179
			-,739	,497	-620,561	351,414
Bolo SSF 1 (seg)	,046	,831	1,084	,282	-54,608	185,175
			,872	,399	-96,238	226,805
Bolo SSF 2 (seg)	1,342	,251	1,460	,149	-52,127	334,177
			1,990	,064	-9,556	291,606
Bolo SSF 3 (seg)	4,701	,040	-,491	,628	-298,415	183,710
			-,767	,455	-216,985	102,280
Bolo SSF 4 (seg)	,433	,540	-1,761	,139	-448,559	83,892
			-1,890	,118	-430,954	66,288
Inicio ventilación (seg)	,172	,680	,977	,333	-69,739	202,845
			,921	,371	-86,836	219,942
FR mínima	,073	,789	,898	,376	-2,917	7,520
			,975	,352	-2,927	7,531
FR máxima	,472	,495	,364	,717	-7,542	10,895
			,404	,691	-7,009	10,362
Intentos de intubación	,112	,739	-1,726	,088	-1,731	,123
			-1,769	,097	-1,770	,162
CC (seg)	1,764	,190	,555	,581	-140,195	247,653
			,717	,487	-109,066	216,524
AH (seg)	,237	,630	-,839	,410	-471,337	198,920
			-,611	,644	-2503,716	2231,299

Tabla 14. Actividad líder

En cuanto a la influencia de la actividad laboral cotidiana del líder frente a las variables categóricas sospecha clínica, manejo adecuado de la vía aérea, el monitorizar mediante pulsioximetría, la administración de oxígeno, la forma de administración de oxígeno, el flujo de administración de oxígeno, el monitorizar ECG, el monitorizar TA, el contactar con los SEM, la elección del primer tratamiento, la vía de administración de la 1ª dosis de adrenalina, la dosis adecuada de la 1ª adrenalina administrada, la vía de administración de la 2ª dosis de adrenalina, la dosis adecuada de la 2ª adrenalina administrada, la vía de administración de la 3ª dosis de adrenalina, la dosis adecuada de la 3ª adrenalina administrada, la vía de administración de la 4ª dosis de adrenalina, la dosis adecuada de la 4ª adrenalina administrada, el canalizar la vía IV, el canalizar una 2ª vía IV, en canalizar una vía IO, el canalizar una 2ª vía IO, la administración de la 1ª dosis de SSF, la dosis adecuada del primer bolo de SSF, la administración de la 2ª dosis de SSF, la dosis adecuada del segundo bolo de SSF, la administración de la 3ª dosis de SSF, la dosis adecuada del tercer bolo de SSF, la administración de la 4ª dosis de SSF, la dosis adecuada del cuarto bolo de SSF, la evolución a PCR, la detección de la parada respiratoria, la continuidad en la ventilación, la detección de la PCR, la detección de ausencia de pulsos periféricos, la detección de ausencia de pulsos centrales, la FC del masaje, la posición de las manos durante el masaje de modo adecuado, la continuidad en el masaje, la profundidad, la descompresión, la relación masaje/ventilación, la intubación, los intentos de intubación, la administración de corticoides, la clase de corticoides administrados, la vía de administración de corticoides, la administración de antihistamínicos, la clase de antihistamínicos administrados, la administración de salbutamol, la administración de corticoides inhalados, la administración de adrenalina nebulizada, el liderazgo, la actitud, la coordinación y la evolución al éxitus del paciente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas salvo en las siguientes situaciones:

La sospecha clínica a favor de los pediatras con relación exclusiva con atención primaria (tabla 15).

Tabla de contingencia

Recuento

		Sospecha clínica		Total
		No	Sí	
Especialidad Líder	Atención Primaria	0	68	68
	Atención Primaria Plus	1	11	12
Total		1	79	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,738 <sup>a</sup>	1	,017		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,973	1	,324		
Razón de verosimilitudes	3,867	1	,049		
Estadístico exacto de Fisher				,150	,150
N de casos válidos	80				

a. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,15.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla 15. Actividad laboral y sospecha clínica

En el contacto con los SEM donde la mayoría de los pediatras con dedicación exclusiva en primaria lo hacen con más frecuencia (tabla 16).

Recuento

		Contacto SEM		Total
		No	Sí	
Especialidad Líder	Atención Primaria	3	65	68
	Atención Primaria Plus	5	7	12
Total		8	72	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,730 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	11,863	1	,001		
Razón de verosimilitudes	11,122	1	,001		
Estadístico exacto de Fisher				,001	,001
N de casos válidos	80				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,20.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla 16. Actividad laboral y contacto SEM

En la vía de administración de la primera dosis de adrenalina donde los pediatras que además hacen guardias en el hospital usan proporcionalmente más la vía IM e IV, frente a los pediatras que trabajan sólo en centros de salud que usan la vía IM y también de modo importante la vía SC (tabla 17).

Recuento

		Forma administración 1ª dosis de adrenalina				Total
		No aplica	IM	IV	SC	
Especialidad Líder	Atención Primaria	0	35	11	22	68
	Atención Primaria Plus	1	5	5	1	12
Total		1	40	16	23	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,223 <sup>a</sup>	3	,011
Razón de verosimilitudes	9,390	3	,025
N de casos válidos	80		

a. 4 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,15.

**Tabla 17. Actividad laboral y vía de administración 1ª adrenalina**

En la dosis de la 2ª adrenalina hay mayor porcentaje de acierto en los pediatras que sólo trabajan en primaria (tabla 18).

Recuento

		Dosis adecuada 2ª adrenalina			Total
		No administrado	Correcta	Incorrecta	
Especialidad Líder	Atención Primaria	2	60	6	68
	Atención Primaria Plus	2	7	3	12
Total		4	67	9	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,305 <sup>a</sup>	2	,026
Razón de verosimilitudes	5,766	2	,056
N de casos válidos	80		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,60.

Tabla 18. Actividad laboral y dosis 2ª adrenalina

Canalizar una 2ª vía IV donde proporcionalmente lo realizan más los pediatras que realizan guardias (tabla 19).

Recuento

		Canalización 2ª vía IV		Total
		No	Si	
Especialidad Líder	Atención Primaria	54	14	68
	Atención Primaria Plus	6	6	12
Total		60	20	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,000 <sup>a</sup>	19	,395
Razón de verosimilitudes	24,435	19	,180
N de casos válidos	20		

a. 40 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,30.

Tabla 19. Actividad laboral y canalización 2ª vía IV

En la administración de un 4º bolo de SSF donde se aprecia que la mayoría de los pediatras que no realizan guardias no llegan a administrarlo (tabla 20), así como la dosis de este 4º bolo donde aunque los que lo administran lo hacen adecuadamente, la diferencia en número haya que existan diferencias (tabla 21).

Recuento

		Bolo SSF 4		Total
		No	Sí	
Especialidad	Atención	64	4	68
Líder	Primaria			
	Atención	9	3	12
	Primaria Plus			
Total		73	7	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral )	Sig. exacta (bilateral )	Sig. exacta (unilateral )
Chi-cuadrado de Pearson	4,669 <sup>a</sup>	1	,031		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	2,582	1	,108		
Razón de verosimilitudes	3,553	1	,059		
Estadístico exacto de Fisher				,065	,065
N de casos válidos	80				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,05.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla 20. Actividad laboral y administración 4º bolo SSF



## Recuento

		Dosis SSF 4		Total
		No aplica	Corre cta	
Especialidad	Atención	64	4	68
Líder	Primaria			
	Atención	9	3	12
	Primaria Plus			
Total		73	7	80

## Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de	4,669 <sup>a</sup>	1	,031		
Pearson					
Corrección por	2,582	1	,108		
continuidad <sup>b</sup>					
Razón de	3,553	1	,059		
verosimilitudes					
Estadístico exacto de				,065	,065
Fisher					
N de casos válidos	80				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,05.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

**Tabla 21. Actividad laboral y dosis 4º bolo SSF**

En la evolución a PCR donde hay más en los pacientes atendidos por pediatras que hacen guardias (tabla 22).

Recuento

		Evolución a PCR		Total
		No	Sí	
Especialidad Líder	Atención Primaria	19	49	68
	Atención Primaria Plus	0	12	12
Total		19	61	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,397 <sup>a</sup>	1	,036		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	2,990	1	,084		
Razón de verosimilitudes	7,143	1	,008		
Estadístico exacto de Fisher				,060	,029
N de casos válidos	80				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,85.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

**Tabla 22. Actividad laboral y evolución a PCR**

Se evidenciaron también diferencias en cuanto a la decisión de intubación, siendo este hecho más empleado por aquellos pediatras que realizan guardias que los que no las hacen (tabla 23). Además, de los que realizaron intubación, el número de intentos hasta conseguir el éxito de la técnica fue menor en dicho grupo (tabla 24).

Recuento

		Intubación			Total
		No aplica	No	Sí	
Especialidad Líder	Atención Primaria	29	20	19	68
	Atención Primaria Plus	0	6	6	12
Total		29	26	25	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,036 <sup>a</sup>	2	,018
Razón de verosimilitudes	11,989	2	,002
N de casos válidos	80		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,75.

**Tabla 23. Actividad laboral e intubación**

## Recuento

	Intentos de intubación							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
Atención Primaria	29	15	9	10	3	0	2	68
Atención Primaria Plus	0	6	3	0	2	1	0	12
Total	29	21	12	10	5	1	2	80

## Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	19,328 <sup>a</sup>	6	,004
Razón de verosimilitudes	22,280	6	,001
N de casos válidos	80		

a. 10 casillas (71,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,15.

Tabla 24. Actividad laboral e intentos de intubación

### 5.13. Influencia grupo etario líder

Se estudió la influencia de los grupos de edades (<30, 30-50 y >50) sobre el tiempo de aplicación de la 1ª dosis de adrenalina (tabla 25). No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos etarios.

	Suma de cuadrados	Sig.
Inter-grupos	14385,861	,565
Intra-grupos	950775,506	
Total	965161,367	

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Administración 1ª dosis de adrenalina (seg)

			Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I) Edad recodif	(J) Edad recodif					Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	<30	30-50	38,731	38,298	,572	-52,82	130,28
		>50	20,073	48,870	,911	-96,75	136,90
	30-50	<30	-38,731	38,298	,572	-130,28	52,82
		>50	-18,658	36,783	,868	-106,59	69,27
	>50	<30	-20,073	48,870	,911	-136,90	96,75
		30-50	18,658	36,783	,868	-69,27	106,59
Bonferroni	<30	30-50	38,731	38,298	,945	-55,03	132,49
		>50	20,073	48,870	1,000	-99,57	139,71
	30-50	<30	-38,731	38,298	,945	-132,49	55,03
		>50	-18,658	36,783	1,000	-108,71	71,39
	>50	<30	-20,073	48,870	1,000	-139,71	99,57
		30-50	18,658	36,783	1,000	-71,39	108,71
Games-Howell	<30	30-50	38,731	54,519	,763	-110,04	187,50
		>50	20,073	57,770	,936	-133,18	173,33
	30-50	<30	-38,731	54,519	,763	-187,50	110,04
		>50	-18,658	27,418	,778	-88,72	51,40
	>50	<30	-20,073	57,770	,936	-173,33	133,18
		30-50	18,658	27,418	,778	-51,40	88,72

Tabla 25. ANOVA grupo etario y tiempo de administración de primera dosis de adrenalina

También se estudió si el grupo etario influía en el tiempo empleado para contactar con los Servicios de Emergencias Médicas (SEM). Tampoco se hallaron diferencias estadísticamente significativas (tabla 26).

Recuento

		Contacto SEM		Total
		No	Sí	
Especialidad Líder	Atención Primaria	3	65	68
	Atención Primaria Plus	5	7	12
Total		8	72	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,730 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	11,863	1	,001		
Razón de verosimilitudes	11,122	1	,001		
Estadístico exacto de Fisher				,001	,001
N de casos válidos	80				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,20.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla 16. Actividad laboral y contacto SEM

Tabla 26. ANOVA grupo etario y tiempo de administración de contacto con SEM

Se analizó mediante análisis de Chi-cuadrado si la edad influía en la elección del primer tratamiento que se le administra al paciente, en la vía de administración de administración de la primera dosis de adrenalina y en la dosis que eligen a administrar, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

También mediante análisis de Chi-cuadrado se analizó si el grupo etario influía en la vía de administración de la 2ª, 3ª y 4ª dosis, así como la dosis de cada una de ellas, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

Se procedió a analizar si el grupo etario también podría influir en la sospecha clínica, el manejo adecuado de la vía aérea, el realizar la monitorización mediante pulsioximetría, el administrar oxígeno, la forma de administración de oxígeno, el realizar monitorización ECG, monitorizar la TA y el contactar con los SEM. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas a excepción de la monitorización ECG (tabla 27), donde el grupo etario de 30-50 años realiza proporcionalmente más monitorización que el resto de grupos.

Recuento

		Monitorización ECG		Total
		No	Sí	
Grupo etario Líder	Menor de 30 años	2	8	10
	Mayor de 50 años	1	10	11
	Entre 30 y 50 años	1	58	59
Total		4	76	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,481 <sup>a</sup>	2	,039
Razón de verosimilitudes	4,914	2	,086
N de casos válidos	80		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,50.

**Tabla 27. Chi-cuadrado grupo etario y monitorización ECG**

Mediante análisis de Chi-cuadrado se analizó si el grupo etario podría tener influencia en cuando a la decisión de canalizar la vía IV, canalizar una 2ª vía IV, decidir canalizar vía IO, canalizar una 2ª vía IO, la dosis elegida en el primer bolo de SSF, la dosis elegida en el segundo bolo de SSF, la dosis elegida en el tercer bolo de SSF, la dosis elegida en el cuarto bolo de SSF, el que paciente evolucione a PCR, el que se detecte la parada respiratoria, el que se detecta la PCR, en la continuidad de la ventilación, la detección de ausencia de pulsos periférico y la detección de ausencia de pulsos centrales. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas salvo en la dosis del cuarto bolo de SSF, la detección de la PCR y en la detección de pulsos periféricos y centrales.

En la dosis del cuarto bolo de SSF hay diferencias en cuanto a que en el grupo etario de 30-50 la mayoría no llegan a administrarlo (tabla 28).

## Recuento

		Dosis SSF 4		Total
		No aplica	Correcta	
Grupo etario Líder	Menor de 30 años	8	2	10
	Mayor de 50 años	8	3	11
	Entre 30 y 50 años	57	2	59
Total		73	7	80

## Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,435 <sup>a</sup>	2	,015
Razón de verosimilitudes	7,106	2	,029
N de casos válidos	80		

a. 2 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,88.

**Tabla 28. Chi-cuadrado grupo etario dosis 4° bolo SSF**

En cuanto a la detección de pulsos periféricos, en el grupo de 30-50 años la mayoría no realizan esta determinación. Además, de los que lo realizan, hay más aciertos en el grupo de 30-50, seguido por el grupo de <30 (tabla 29).

## Recuento

		Detección ausencia pulsos periféricos			Total
		No realizan	No	Sí	
Grupo etario Líder	Menor de 30 años	4	5	1	10
	Mayor de 50 años	2	8	1	11
	Entre 30 y 50 años	35	15	9	59
Total		41	28	11	80

## Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,379 <sup>a</sup>	4	,035
Razón de verosimilitudes	10,194	4	,037
N de casos válidos	80		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,38.

**Tabla 29. Chi-cuadrado grupo etario y ausencia de pulsos periféricos**

En cuanto a la detección de pulsos centrales, un importante número del grupo 30-50 no realizan este paso. De los que lo realizan, hay más acierto en la detección de ausencia de pulso en el grupo de 30-50, seguido por el grupo de >50 (tabla 30).

Recuento

		Detección ausencia pulsos centrales			Total
		No detección	No	Sí	
Grupo etario Líder	Menor de 30 años	4	5	1	10
	Mayor de 50 años	2	7	2	11
	Entre 30 y 50 años	37	14	8	59
Total		43	26	11	80

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,704 <sup>a</sup>	4	,046
Razón de verosimilitudes	9,877	4	,043
N de casos válidos	80		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,38.

**Tabla 30. Chi-cuadrado grupo etario y ausencia de pulsos periféricos**

También se analizó si habría influencia del grupo etario en cuanto a la posición adecuada de las manos durante el masaje, la FC adecuada durante el masaje, la continuidad del masaje, la profundidad, la descompresión, la relación masaje/ventilación, el decidir intubar, el número de intentos necesarios para intubar, la administración de corticoides, la administración de antihistamínicos, la administración de adrenalina nebulizada, la capacidad de liderazgo, actitud del líder y coordinación. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas a excepción de la continuidad del masaje, donde el grupo de 30-50 es menos continuo en cuanto a su realización que el resto de grupos, y en el grupo de >50 son más constantes en su realización (tabla 31).



## Recuento

		Continuidad			Total
		No masaje	No	Sí	
Grupo etario Líder	Menor de 30 años	6	2	2	10
	Mayor de 50 años	5	2	4	11
	Entre 30 y 50 años	42	15	2	59
Total		53	19	8	80

## Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,490 <sup>a</sup>	4	,014
Razón de verosimilitudes	10,141	4	,038
N de casos válidos	80		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,00.

Tabla 31. Chi-cuadrado grupo etario y continuidad masaje cardíaco





## 6. DISCUSIÓN





El diagnóstico precoz de las enfermedades graves permite mejorar el pronóstico y la evolución de los pacientes pediátricos. Existen trabajos como el de Kerkhof et al sobre patología grave febril en niños en el que se pone de relieve la importancia de evaluar el valor predictivo de los signos de alarma en las guías clínicas para el diagnóstico de enfermedades graves<sup>88</sup>. La enseñanza mediante simulación avanzada puede mejorar la capacitación de los pediatras, disminuir los errores e incrementar la seguridad del paciente<sup>89</sup>. Se trata de una potente herramienta que facilita el entrenamiento de los profesionales ante situaciones como las que podrían encontrarse en su práctica habitual, de un modo controlado, sin riesgo para el paciente y utilizando el error como refuerzo de la enseñanza<sup>90</sup>.

Nuestro objetivo fundamental era analizar la capacidad de los pediatras para reconocer el cuadro clínico grave de anafilaxia y su comportamiento en cuanto a evaluación y tratamiento. Evaluamos cada una de las acciones que realizaron para intentar resolver el escenario propuesto. Estudiamos un grupo de pediatras ante un caso simulado para conocer estas variables. Nuestro estudio, es uno de los primeros que ha analizado de forma sistemática cómo atenderían los pediatras a un niño que acude a consulta con un cuadro clínico de anafilaxia.

No habiendo estudios previos similares, el grupo de expertos valoró los datos necesarios a recoger en los vídeos para su posterior análisis basándose sobre todo en las guías existentes de diagnóstico y tratamiento de la anafilaxia<sup>8,27-29,38,39,91</sup>.

### **6.1. Capacidad diagnóstica**

La imprevisibilidad de las reacciones anafilácticas hace que el reconocimiento inmediato de la anafilaxia y el uso temprano de la adrenalina sea crucial para el éxito del tratamiento<sup>92</sup>. Kennedy et al demuestran en su trabajo sobre simulación en “emergencias alérgicas” la importancia del uso de maniqués de alta fidelidad en la educación médica, sobre todo en eventos raros<sup>93</sup>. En nuestro trabajo los PAP fueron capaces de hacer una sospecha diagnóstica de anafilaxia en el 98,8% de los casos simulados. No habiendo literatura al respecto, podemos decir que se trata de un alto porcentaje de acierto, a pesar de las limitaciones del simulador como la no posibilidad de visualizar lesiones características de la anafilaxia como la urticaria, el angioedema (labial, palpebral...) o “simular” la sensación de prurito. En el trabajo de Hellaby<sup>94</sup> intentan solventar este problema desarrollando un método para demostrar visualmente una erupción en un maniquí, que puso de manifiesto la importancia de la exposición de la piel del paciente y

la observación de los cambios en la misma para ayudar al diagnóstico de la anafilaxia. Aún así el diagnóstico de la anafilaxia se basa en la aparición de síntomas característicos, especialmente cuando se desarrollan tras la exposición a un “trigger” potencial, lo que se parece que cumple en nuestro trabajo. El diagnóstico correcto de la anafilaxia no sólo es importante en lo que respecta al tratamiento de la reacción aguda, sino también para el diagnóstico y el manejo posterior a largo plazo del paciente.

## **6.2. Evaluación ABC**

### **6.2.1. Evaluación de la A (vía aérea) y B (ventilación)**

La detección de la parada respiratoria debe ser un hecho de detección precoz sin necesidad de tener que recurrir a monitorizar a un paciente<sup>38,91</sup>. En nuestro estudio es llamativa la cantidad de grupos que no detectan la parada cardiorrespiratoria. Esto podría ser debido a la falta de realismo del simulador, si bien lo que detectamos en muchos casos los observadores de los vídeos es que los grupos están más preocupados de monitorizar y discutir el tratamiento del paciente, que de reevaluar al mismo de modo constante durante la evolución del caso. El observar si el paciente deja de hablar, de quejarse,... deben de ser señales de alarma para proceder a evaluar la respiración eficaz y proceder al tratamiento oportuno. El “ver, oír y sentir” no llevaría más de 10 segundos, en contraposición a los 47,6 segundos que emplean en monitorizar mediante pulsioximetría, que la realizan todos los grupos como en trabajos de simulación con metodología similar<sup>89</sup>.

### **6.2.2. Evaluación de la C (circulación)**

Las guías de reanimación recomiendan la monitorización precoz para valorar la evolución y la respuesta del paciente al tratamiento<sup>38</sup>. Además, es importante para aquellos casos en los que se considere el uso de adrenalina IV, aunque este hecho debería estar reservado sólo a personal experto en situaciones de emergencia, ya que la adrenalina IV no está exenta de riesgos (taquicardia, hipertensión, isquemia miocárdica...). El ECG puede no ser de utilidad en fases precoces, ya que puede mostrar un trazado sinusal normal, o un trazado aparentemente normal que traduciría una actividad eléctrica sin pulso. Es por ellos que la palpación de pulsos, o incluso la monitorización de la TA puede ayudar a la capacidad diagnóstica en los casos simulados de anafilaxia<sup>95</sup>, aunque sería un dato tardío

que nos advierte de anafilaxia grave que ha evolucionado a shock. Si bien este dato ha facilitado a los participantes de nuestro caso a la administración de tratamientos como adrenalina y fluidos iv. LA bradicardia y la asistolia son signos electrocardiográficos tardíos y de mal pronóstico<sup>95</sup>.

El tiempo empleado en la canalización de la vía periférica es prolongado (media de 210,41 segundos). (+/- 154,234). El acceso intravascular periférico debe establecerse de modo rápido ya que es el más fácil y seguro de realizar. En nuestro trabajo el 88,8% de los grupos logró la canalización venosa periférica, lo que supone un alto porcentaje de acierto. En el trabajo de Reades et al<sup>97</sup> el porcentaje de éxito en la canalización de vía venosa periférica en pacientes adultos en situación de parada cardiorrespiratoria en contexto extrahospitalario fue del 43%.

El disponer de un acceso venoso es fundamental para la administración de fármacos y fluidos. Si es difícil o imposible hay que considerar la obtención de la vía intraósea, por la que optó un alto porcentaje de grupos, empleando un tiempo medio de 547,02 segundos, lo cual supone una importante demora. Creemos que es importante hacer hincapié en la importancia en este caso grave de disponer de una vía que permita la administración tanto de fármacos y gran cantidad de líquidos. Es una alternativa segura, con dispositivos fáciles de utilizar y que minimizan la interrupción de las compresiones en la RCP<sup>98</sup>. La vía intraósea puede incluso tener una tasa de éxitos en cuanto a su obtención más elevada que una vía venosa periférica en situaciones de parada cardiorrespiratoria<sup>97</sup>, por lo que podrían considerar su canalización desde el primer momento que se sospeche una situación grave como lo es la anafilaxia. En el trabajo de Leidel et al<sup>98</sup> la preconizan incluso antes de la canalización venosa central en pacientes adultos en situaciones de reanimación en servicios de urgencias. En un trabajo reciente de Ohchi et al<sup>100</sup> sobre pacientes simulados, tanto adultos como niños y lactantes, el uso de dispositivos mecánicos fue superior en cuanto a la canalización en personas no expertar en la obtención de vías intraóseas que el clásico dispositivo manual.

En el 76,3% de los casos evolucionó hacia una parada cardiorrespiratoria (PCR), ya mencionamos que este hecho fue a criterio de los expertos que dirigían el curso, según en su experiencia profesional y basándose en el manejo del caso, tratamientos administrados en tiempo, modo y forma adecuados. Siendo un hecho importante y grave en el contexto de una reacción anafiláctica, llama la atención que sólo el 46,3% detectan este hecho. Nuestro paciente presenta inicialmente datos de dificultad respiratoria progresiva y respiración agónica posterior, datos que ayudan al diagnóstico<sup>101</sup>. Además, para el

diagnóstico de la PCR es de utilidad la palpación de los pulsos centrales, que en nuestro grupo el 13,7% detectan la ausencia. Los grupos restantes que consideraron al paciente en parada (32,6%) lo hacen a pesar de palpar los pulsos y no tener claro si están presentes o no. Esto refuerza lo que dicen las guías actuales en cuanto a que no se debe emplear más de 10 segundos en realizar este paso ya que es un hecho poco fiable, y que en caso de duda consideremos al paciente como parado e iniciemos precozmente las maniobras de RCP. La palpación de pulsos periféricos no tiene validez para el diagnóstico de la PCR.

### **6.3. Tratamiento A (vía aérea)**

En todos los casos se administró oxígeno (O<sub>2</sub>). En el trabajo de Civantos et al<sup>89</sup> sobre el manejo por pediatras extrahospitalarios de un caso simulado de paciente politraumatizado que evoluciona a parada cardiorrespiratoria también el 100% administran oxígeno. Esto concuerda con las recomendaciones más recientes sobre el manejo de la RCP<sup>38</sup> y las guías más recientes sobre el manejo de la anafilaxia<sup>8,91</sup>. En todas ellas se hace hincapié en que debe administrarse el O<sub>2</sub> de forma precoz. En nuestro estudio el tiempo medio empleado para la administración de O<sub>2</sub> fue de 124,61 segundos (+/- 90,179), lo cual parece un tiempo aceptable desde que el paciente entra en la consulta de atención primaria, aunque la fácil disponibilidad de este tratamiento y la inocuidad de su administración hace pensar que podría aplicarse más rápidamente. En el trabajo de Civantos et al<sup>89</sup> el tiempo medio de administración de O<sub>2</sub> fue de 3 minutos y 36 segundos (rango 6 seg-9 minutos 27 segundos). Lo que observamos es que en muchos casos el retraso en su administración podría deberse a la espera en la monitorización del paciente, la valoración de la pulsioximetría y otros parámetros, lo cual es un error y sólo conlleva a dicha demora en el tratamiento.

Otro punto importante a tener en cuenta es que se recomienda su administración a la máxima concentración posible<sup>8,38,91</sup>, como por ejemplo usando mascarillas con reservorio y administrando un flujo adecuado de oxígeno para evitar el colapso del reservorio. En nuestro estudio sólo el 45% administró el O<sub>2</sub> mediante mascarilla con reservorio, que es un porcentaje bajo. A pesar de usar distintos métodos para su administración, debemos destacar el uso de dispositivos no válidos como puede ser la bolsa resucitadora (18,8%) o la mascarilla con cazoleta para nebulización (5%). Además, hasta en un 52,5% no se administra un flujo adecuado de oxígeno al dispositivo elegido.



En cuanto a la administración de adrenalina nebulizada, hay recomendaciones para su uso en los pacientes que presenten estridor<sup>8,91</sup>, si bien sólo 6 grupos (7,5%) recurrieron a su administración.

#### 6.4. Tratamiento B (ventilación)

El uso de salbutamol está indicado en las guías, sobre todo si aparecen datos de afectación de vía aérea baja como sibilancias<sup>8,38,91</sup>, incluso después de la administración de adrenalina intramuscular<sup>91</sup>. Nuestro paciente reunía los requisitos para su administración, pero sólo el 16,3% optó por su administración. La administración de adrenalina IM no excluye la necesidad o la utilidad del tratamiento con salbutamol de modo concomitante o posterior a su administración, ya que ayuda al tratamiento de la dificultad respiratoria derivada del broncoespasmo. No tenemos una clara explicación a este punto. Quizás pudo haber problemas en cuanto a la detección de sibilancias cuando exploran al paciente, sin embargo los signos de dificultad respiratoria en el paciente deberían hacer sospechar broncoconstricción y apoyar el uso de salbutamol, ya que además las reacciones adversas a este medicamento son raras<sup>102-105</sup>.

En nuestro grupo hay importantes defectos en cuanto a la detección de la parada respiratoria y su manejo. El retraso en el diagnóstico es importante, lo que conlleva a un inicio tardío del tratamiento con soporte ventilatorio. Pero además las maniobras de ventilación se realizan en un alto porcentaje mal (48,7%), aplicando una frecuencia respiratoria en rango muy variable (11,97 43,94), lo que puede llevar al paciente a la hipo o a la hipercapnia. Tanto la hipo como la hipercapnia se asocian a peor pronóstico en la PCR<sup>38</sup>. Un niño debe ser ventilado de acorde a su edad, en nuestro caso entre 15-35 rpm<sup>96</sup>.

Durante la evolución del caso el 63,8% de los grupos consideró la intubación. De ellos el 49% lo consiguió frente al 51% que no. La intubación traqueal es el método más seguro y efectivo para conseguir y mantener la vía aérea. La intubación orotraqueal es la vía indicada durante la reanimación. La intubación solo debe ser realizada por reanimadores formados y con experiencia. Desconocemos la experiencia de los participantes de los cursos en cuanto a la intubación en pacientes en situaciones urgentes, pero quizás podría ser una habilidad a mejorar. Tenemos varios factores para pensar que el profesional que intentara intubar a este paciente se podría encontrar con una vía aérea difícil (niño pequeño, edema de lengua y glotis...). En el estudio de Wang et al<sup>106</sup> se relaciona la

supervivencia de los pacientes en situación de parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria con la experiencia en intubación de los profesionales que asisten al evento. No podemos determinar si el elevado número de intentos de algunos grupos era debido a la inexperiencia o a la dificultad del escenario, si bien como se recoge en las guías no se debe obcecar en la intubación si hay fracaso en intentos previos, ya que se relaciona con mayor dificultad para la intubación de rescate<sup>107</sup>.

Ningún grupo se planteó el uso de dispositivos supraglóticos como las mascarillas laríngeas, una alternativa a la intubación, sin embargo la situación de anafilaxia con edema de vía aérea podría limitar su utilidad. Si bien la intubación ha demostrado en distintos trabajos una mejor supervivencia en la parada extrahospitalaria frente al uso de dispositivos supraglóticos<sup>108-110</sup>.

## **6.5. Tratamiento C (circulación)**

### **6.5.1. Administración de líquidos**

En la anafilaxia puede ser necesaria la administración de grandes cantidades de líquido. Las guías recomiendan la administración de 20 mL/kg de cristaloides<sup>8,9,38,91</sup>.

En nuestro estudio un alto porcentaje administran un primer y un segundo bolo de líquidos, que es lo que recomiendan las guías, utilizando dosis correctas en la mayoría de los casos. El grupo de expertos evaluó como positivo el hecho de que en 20 minutos de caso se planteran administrar al menos esas dos dosis.

A destacar el aumento en el error de dosificación en la 3ª dosis, y sin embargo en la 4ª dosis todos los grupos que la administraron lo hicieron con la dosis adecuada. Es posible que la falta de experiencia hiciera que hubiese temor a la sobrecarga de líquidos en el paciente. La explicación de por qué en la 4ª dosis usan la dosis adecuada podría deberse a que pudieran ser grupos más experimentados en el uso de este tratamiento y en la atención del paciente grave, ya que estos grupos tampoco fallaron en las dosis anteriores.

### **6.5.2. Calidad del masaje en la PCR (parada cardiorrespiratoria)**

La RCP de alta calidad sigue siendo esencial para mejorar los resultados de la PCR<sup>38</sup>. Las personas que realizan RCP deberían asegurar compresiones torácicas de profundidad adecuada (aproximadamente 5 cm pero no más de 6 cm en el adulto medio) con una frecuencia de 100-120 compresiones por minuto, permitir que el tórax se reexpanda completamente tras cada compresión y minimizar las interrupciones en las compresiones.

Cuando se administren respiraciones de rescate/ventilaciones, emplear aproximadamente 1 segundo para insuflar el tórax con un volumen suficiente para asegurar que el tórax se eleve visiblemente. La relación de compresiones torácicas y ventilaciones sigue siendo 30:2, 15-2 para la RCP del niño. No se debe interrumpir las compresiones torácicas durante más de 10 segundos para administrar ventilaciones. Discutiremos a continuación por apartados las observaciones que se hicieron en el desarrollo de nuestro caso simulado, destacando en todos los ítems que hay errores en la realización de una RCP de calidad.

En nuestro estudio se evidencian carencias importantes en la frecuencia de masaje, continuidad y profundidad, lo que indica la necesidad de mejorar en estas áreas. En el trabajo de Wang et al<sup>111</sup> describen la importancia de hacer el masaje con la mano dominante. En el trabajo de Zimmerman et al<sup>112</sup> demuestran en un estudio de simulación la utilidad del metrónomo para realizar las compresiones a una frecuencia que se acerque a las recomendaciones de las guías. Existen distintos dispositivos que ayudan a medir la calidad de la RCP<sup>113</sup>. En el trabajo de García et al<sup>114</sup> destacan la mejoría en las compresiones torácicas después de un breve curso de RCP centrado en la calidad de la RCP.

Los pediatras de nuestro estudio colocan bien las manos para la realización de la RCP, y realizan una relación masaje/ventilación adecuada en la mayoría de los casos.

#### **6.6. Contacto con Servicio de Emergencias Médicas (SEM)**

El contacto con los SEM se considera de gran importancia. En nuestro estudio el 90% decidió contactar con los Servicios de Emergencias Médicas (SEM) mediante llamada al 112 o 061 para trasladar el paciente desde la consulta simulada de Pediatría de Atención Primaria a un Servicio de Urgencias Hospitalarias. Aunque parezca un alto porcentaje, debemos tener en cuenta que se trata de un paciente grave que necesita atención especializada u observación hospitalaria en el mejor de los casos. Por tanto, el 100% de los grupos deberían haber contactado con los SEM para trasladar al paciente lo más precoz posible debido a la imprevisibilidad evolutiva del paciente. Diversos trabajos destacan además la utilidad de los SEM en la evaluación del paciente y en la necesidad de intervención en el ámbito prehospitalario<sup>115-122</sup>.

## **6.7. Empleo de adrenalina**

Las guías más recientes hacen hincapié en el reconocimiento y el tratamiento precoz con adrenalina<sup>8,9,38,91</sup>. Debe de ser el primer tratamiento a administrar. En el trabajo de O'Leary et al<sup>95</sup> sólo el 50% de los participantes en su estudio donde se creaba un escenario de anafilaxia usando simulación empleaban la adrenalina, un porcentaje mucho más bajo que en nuestro caso.

### **6.7.1. Primera dosis de adrenalina**

#### **6.7.1.1. Tiempo de administración de la primera dosis de adrenalina**

De los 80 grupos, 79 administran adrenalina durante el transcurso del caso (98,8%). En el trabajo de Lammers et al<sup>123</sup> sobre errores en el manejo prehospitalario de un caso simulado de anafilaxia, el 95% de los participantes administraron adrenalina como tratamiento.

El tiempo medio que transcurrió desde que se inició el caso clínico hasta la administración de la primera dosis de adrenalina fue de 158,57 segundos (+/- 111,238). Las guías recomiendan su administración lo más precoz posible y luego repetir cada 5 minutos si es necesario<sup>38</sup>, por lo que consideramos que en nuestro estudio los pediatras ajustan bien al tiempo de administración del tratamiento.

#### **6.7.1.2. Vía de administración de la primera dosis de adrenalina**

De los 79 grupos que administraron adrenalina un 50,6% la administra vía IM, un 29,1% SC y un 20,3% IV. Las guías más recientes<sup>8,38,91</sup> indican claramente que el tratamiento de elección de la anafilaxia es la adrenalina vía intramuscular (IM). Simons<sup>124,125</sup> demostró en sus estudios que la vía IM es más rápida y asegura una concentración de adrenalina adecuada en plasma comparado con la vía subcutánea (SC). En el mencionado trabajo de Lammers et al<sup>123</sup> describe que en su caso simulado de anafilaxia el 46% administran la adrenalina por la vía y con la dosis adecuada.

#### **6.7.1.3. Dosificación de la primera dosis de adrenalina**

De los 79 que administran la dosis de adrenalina, 53 lo hacen con la dosis correcta (67%) y 26 con una dosis incorrecta (23%). En nuestro estudio el porcentaje es superior al de otros trabajos<sup>94,95</sup>. Quizás el disponer de kits autoinyectores de adrenalina en la consulta

de Atención Primaria minimizaría este error, ya que son kits con dosis precargadas, seguros, y que ya han demostrado su utilidad cuando los llevan consigo los pacientes<sup>126</sup>. Uno de los errores que observamos en la dosificación es que en muchos casos de dosis administradas por vía IV el grupo seguía utilizando la dosis recomendada para la vía IM.

### **6.7.2. Segunda dosis de adrenalina**

Las guías<sup>8,38,93</sup> recomiendan el empleo de una segunda dosis a los 5-15 minutos si el paciente no ha presentado mejoría. En el ICON de anafilaxia<sup>91</sup> se refleja el empleo de la adrenalina cada 5-15 minutos, mientras en las guías actuales de RCP<sup>38</sup> destacan su empleo cada 5 minutos si es necesario. Durante la duración del caso, de los 80 grupos como habíamos señalado 79 administraron una primera dosis de adrenalina, posteriormente 76 consideraron administrar una segunda dosis.

#### **6.7.2.1. Tiempo de administración de la segunda dosis de adrenalina**

El tiempo medio para la administración de esta segunda dosis fue de 450,37 segundos (+/-209,914), que es aproximadamente tras 5 minutos de la primera dosis, lo cual concuerda con lo que indican las recomendaciones<sup>8,38,93</sup> si el paciente no ha presentado mejoría con la primera dosis de adrenalina como ocurre en nuestro caso.

#### **6.7.2.2 Vía de administración de la segunda dosis de adrenalina**

La forma de administración de la segunda dosis de adrenalina fue la siguiente: un 26,3% optó por la vía IM, un 54% por la vía IV, un 10,5% por la vía SC y un 9,2% por la vía IO. Como vemos un importante número de grupos ha desechado la vía IM que sigue siendo la vía de elección de administración de adrenalina en el ámbito extrahospitalario<sup>8,38,93</sup>.

#### **6.7.2.3. Dosificación de la segunda dosis de adrenalina**

El 88,2% lo hizo a la dosis adecuada, el 11,8% con una dosis incorrecta. Este hecho podría indicar que cuando el caso se alarga en el tiempo y el paciente sigue en situación crítica facilita la interacción dentro del grupo para llegar a consenso en tratamientos, y revisar medicaciones y dosis.

### **6.7.3. Tercera y cuarta dosis de adrenalina**

Las guías<sup>8,38,93</sup> hacen referencia al empleo de una segunda dosis de adrenalina intramuscular cuando el paciente no mejora con la siguiente, pero no hacen clara mención al uso de más dosis, salvo el considerar la posibilidad de dosis consecutivas cada 5-15 minutos y que se administren vía IM. No hay datos bibliográficos sobre el uso de una tercera dosis de adrenalina IM, si bien el riesgo beneficio es favorable a su administración. Los tiempos de administración en nuestro estudio para la 3ª y 4ª dosis se aproximan a lo que aconsejan en las guías, salvo en la 4ª dosis donde el tiempo medio para su administración fue de 895,5 segundos, lo que se aproxima a unos 3 minutos desde la dosis previa. Quizás el hecho de que el paciente siga crítico ha hecho que muchos de los pediatras de este grupo que llegaron a administrar la 4ª dosis de adrenalina se anticiparan en su administración. En lo que fallan es en la vía de administración de estas dosis, con un predominio importante del uso de la vía IV.

## **6.8. Otros tratamientos empleados**

### **6.8.1. Corticoides**

Las guías y consensos incluyen el tratamiento con corticoides en el manejo de la anafilaxia, si bien es conocido que su mecanismo de actuación es sobre la liberación de mediadores tardíos y no tienen utilidad en la fase aguda<sup>8,38,91</sup>. Trabajos recientes como el de Michelson et al<sup>127</sup> relacionan su uso en la anafilaxia con una reducción en la estancia de ingreso hospitalario. Aún así deben considerarse dentro de los tratamientos de 2ª o 3ª línea de la anafilaxia<sup>8,38,91</sup>. Trabajos como los de Sheikh<sup>128</sup> o Choo<sup>129</sup> enfatizan en su uso como tratamiento de segunda línea, no debiendo demorar la administración de adrenalina, por lo que deben ser considerados tratamiento de segunda línea y no ser empleados en el manejo agudo de la anafilaxia.

### **6.8.2 Antihistamínicos**

Las guías no recomiendan su administración como tratamiento de primera línea en la anafilaxia, si bien pueden tener utilidad sobre todo en el tratamiento de los síntomas cutáneos<sup>8</sup>. Hay que destacar que se podrían administrar asociados a antihistamínicos H2, y que su administración debe de ser lenta para evitar la hipotensión, situación que agravaría la situación clínica del paciente. Sheikh et al<sup>130,131</sup> en dos revisiones sistemáticas de la Cochrane no encuentra bases para su uso. Otros trabajos como el de Nurmatov el

al<sup>132</sup> no encuentran evidencia que apoyen la administración de antihistamínicos H<sub>2</sub>. En nuestro caso, teniendo en cuenta que el caso dura 20 minutos no es esencial el uso de estos tratamientos en una fase tan precoz, además puede retrasar el tratamiento principal de la anafilaxia que es la adrenalina. Quizás el empleo tan extendido de los antihistamínicos puede deberse al ser inocuos y de fácil administración, pero aún así en este caso grave hay otros tratamientos prioritarios.

### **6.8.3. Corticoides inhalados**

No se recomienda su uso en el tratamiento de la anafilaxia. Altas dosis de budesonida podrían tener un efecto beneficioso sobre el edema que presentan estos pacientes en la vía aérea, por lo que se podrían administrar en aquellos pacientes que presenten estridor<sup>8</sup>. El porcentaje de uso en nuestro estudio es bajo (2,5%), si bien no deberían emplearse.

### **6.9. Evaluación del liderazgo, actitud frente al caso y coordinación del grupo**

Aunque no se contaba con un método objetivo de valoración de la actuación en equipo del grupo, cabe destacar que en los aspectos que se intentaron evaluar (liderazgo, actitud y coordinación) se encontraban como inadecuados en más del 50% de los grupos (55%, 52,5% y 52,5% respectivamente). Creemos que la simulación puede jugar un papel en contra en este aspecto por motivos como el sentirse evaluado, que estén grabando tu actuación como profesional o, quizás con gran importancia, el no sentirse en el ambiente habitual de trabajo y con los compañeros con los que se está acostumbrado a trabajar. Además, hay que tener en cuenta que en estos cursos los grupos eran de 4 pediatras, donde uno de ellos era asignado como líder para el manejo del caso, y el resto se distribuían en distintas labores como pueden ser de personal de enfermería, estudiante, residente de pediatría, celador... por lo que se asumían roles a los que no se está habituado favoreciendo con ellos la consecución de errores.

### **6.10. Éxitus**

En el 17,5% de los grupos el caso acabó con el fallecimiento. Teniendo en cuenta la duración de 20 minutos del caso, el personal evaluador consideró que en dicho margen de tiempo se podría considerar al menos el tratamiento con dos dosis de adrenalina y dos bolos de SSF, aquellos grupos que no alcanzaron dicho objetivo evolucionaron a PCR



irreversible. En el trabajo de Demaria et al<sup>133</sup> concluyen que el añadir factores estresantes mejora la adquisición de habilidades en situaciones de reanimación cardiopulmonar avanzada. En el trabajo de Mileder et al<sup>134</sup> refieren que “tratar con pacientes moribundos y la muerte del paciente debe ser aspectos integrales de la educación sanitaria y la formación”. Creemos que en la formación especializada basada en simulación se debe diseñar y tratar escenarios que implican la muerte simulada. En nuestro caso es impredecible saber qué sucedería en la vida real con los tratamientos administrados, pero es posible que en un porcentaje no desdeñable el paciente falleciera.

La muerte simulada no debe ser utilizada como castigo o reproche, debe crearse un entorno de aprendizaje seguro y de confianza, con personal cualificado y entrenado en estas situaciones, con un debriefing posterior a los casos adecuado.

#### **6.11. Influencia actividad líder**

Se intentó estudiar si el hecho de que la actividad que desempeña el líder pudiera tener influencia en la actuación sobre el caso, presuponiendo que aquellos PAP que realizan guardias en Urgencias o en PAC pudieran tener más experiencia en el manejo de casos graves como el nuestro.

Hubo diferencias en cuanto a la sospecha clínica a favor de aquellos PAP que sólo ejercen su labor en su consulta habitual. Si bien hay diferencias estadísticamente significativas, habría que considerar el tamaño muestral.

También se encontraron diferencias en cuanto al contacto con los SEM en el grupo de PAP que no ejercen guardias en Urgencias o PAC. La explicación a este hecho podría deberse a la costumbre que tienen estos pediatras en realizar esta acción en su labor cotidiana, y quizás el grupo que realiza guardias no han sabido ubicarse en el entorno simulado de una consulta de pediatra de primaria y asumieron el caso más tiempo del recomendado para estas situaciones de gravedad.

En cuanto a la vía de administración de la primera dosis de adrenalina, los pediatras que realizan guardias usan proporcionalmente más la vía IM e IV, frente al otro grupo que usan la vía IM pero también de modo frecuente la vía SC. Puede que el temor a la posibilidad de efectos secundarios, la falta de material de monitorización en los Centros de Salud o la falta de experiencia en estos tratamientos fuera la causa de estas diferencias. Sin embargo hay también diferencias en cuanto a la dosis de la 2ª dosis de adrenalina en favor de los pediatras de atención primaria que no realizan guardias. Lo que hemos observado los investigadores es que en las dosis sucesivas se tiende a aumentar el nº de



grupos que usan más la vía IV, sobre todo en los que realizan guardias en PAC o Urgencias, en la que las guías<sup>8,38,91</sup> recomiendan dosis de 1ug/kg, o incluso utilizar la perfusión continua. En la recogida de datos se observaba que a pesar de utilizar la vía IV, los grupos que cometían errores en la dosificación lo hacían en su mayoría por seguir usando la misma dosis de adrenalina que cuando se administra IM.

Hubo también diferencias en cuanto a la decisión de canalizar una 2ª vía IV a favor de los pediatras que realizan guardias, quizás por estar más acostumbrados a manejar situaciones de urgencias que requieren este hecho. Por esto mismo se podría explicar las diferencias también significativas a que los pediatras que realizan también guardias lleguen a administrar proporcionalmente más el 4º bolo de SSF en el caso, junto con mayor acierto en la dosis a emplear.

En cuanto a la PCR, cabe destacar que en mayor proporción se dan más casos de evolución a la misma en los pediatras que realizan guardias. Como dijimos anteriormente, la evolución a PCR quedaba a disposición y criterio del monitor del curso, por lo que no podemos evaluar claramente la causa de esta relación. Podemos presuponer que se debería a una mala actuación en el caso, pero los resultados de variables obtenidas no apoyan esto en todos los escenarios. Sabemos que, valorando los vídeos de los cursos, la dificultad del caso era variable de unos monitores a otros, aumentando incluso a veces las exigencias del grupo a pesar de una actuación correcta.

Algo que concuerda con la actividad de los grupos es el capítulo de intubación. Como cabría esperar los pediatras que realizan guardias son más propensos a decidir realizar dicho acto y además, en comparación con aquellos del otro grupo que también la realizan, lo consiguen con un menor número de intentos.

#### **6.12. Influencia grupo etario líder**

Nos planteamos la posibilidad si el grupo etario del líder podría tener influencia en las decisiones y actuaciones en el caso.

En cuanto a la monitorización ECG, el grupo etario de 30-50 años realiza proporcionalmente más monitorización que el resto de grupos. Podría deberse a falta de experiencia clínica de los más jóvenes, y falta de hábito en los más mayores.

En la dosis del cuarto bolo de SSF hay diferencias en cuanto a que en el grupo etario de 30-50 la mayoría no llegan a administrarlo.

En cuanto a la detección de pulsos periféricos, en el grupo de 30-50 años la mayoría no realizan esta determinación. Además, de los que lo realizan, hay más aciertos en el grupo de 30-50, seguido por el grupo de <30.

En cuanto a la detección de pulsos centrales, un importante número del grupo 30-50 no realizan este paso. De los que lo realizan, hay más acierto en la detección de ausencia de pulso en el grupo de 30-50, seguido por el grupo de >50.

En la continuidad del masaje, el grupo de 30-50 es menos continuo en cuanto a su realización que el resto de grupos, y en el grupo de >50 son más constantes en su realización.

No hay trabajos publicados que justifiquen nuestros hallazgos, si bien consideremos que el ámbito de desarrollo del caso puede influir, y que en todo caso son puntos a considerar para mejorar.



En base a nuestros resultados, debería valorarse la modificación de los planes docentes en ciertos aspectos, incidiendo en los puntos de mejora en la actuación de la anafilaxia. Siguiendo esta línea, algunos autores como Miledner et al<sup>135</sup> en base a su estudio de manejo de un escenario simulado de anafilaxia, destacan la importancia de su reconocimiento y tratamiento precoz, y que la regla mnemotécnica para las causas reversibles de parada cardíaca (4H (hipoxia, hipovolemia, hiper/hipopotasemia e hipotermia) y 4T (taponamiento, neumotórax, tromboembolismo e intoxicación) podría modificarse a 5H y 4T, incluyendo la hipersensibilidad.

### **6.13. Limitaciones del estudio**

Nuestro estudio tiene las limitaciones inherentes a la simulación avanzada, que permite reproducir situaciones reales de modo controlado, pero tiene por el contrario el no asegurar que la actuación de los profesionales ante el caso simulado sea tal como lo podría ser ante un caso real<sup>136</sup>. Es posible que los resultados tengan un sesgo y que los profesionales hagan menos cosas y las hagan peor dado que están en un ambiente extraño, controlado, sin estrés real pero sintiéndose observados y evaluados, o con las carencias implícitas del propio simulador para reproducir el caso real.





## 7. CONCLUSIONES





1. Los pediatras de atención primaria tienen capacidad para reconocer de forma precoz la posibilidad de tener ante sí un caso de anafilaxia, sin embargo tienen dificultades para abordar de forma adecuada a los niños con anafilaxia.
2. El empleo de la adrenalina como primer tratamiento en la anafilaxia debe potenciarse, así como mejorar en cuanto a la vía de administración. Debemos de potenciar el empleo de adrenalina IM. Para mejorar este punto clave podría ser útil el empleo de autoinyectores de adrenalina y el disponer de los mismos en las consultas de Atención Primaria, ya que podrían ayudar a minimizar el error en cuanto a la vía de administración y dosificación, si bien es necesario entrenamiento en su uso ya que los propios profesionales de la salud tenemos dificultades para su uso.
3. Existen dificultades importantes en cuanto a la evaluación ABCDE y el tratamiento acorde. La anafilaxia es una situación grave, potencialmente mortal que puede conllevar rápidamente a una parada cardiorrespiratoria y al fallecimiento del paciente. Aunque nuestro escenario no pretendía evaluar la actuación ante una parada cardiorrespiratoria, son destacables las carencias en cuanto al manejo de la misma. Dichos resultados apoyan la importancia de la formación en reanimación cardiopulmonar para todos los pediatras. En los programas de formación pediátrica se deberían reforzar los aspectos prácticos de la atención inicial al paciente grave con riesgo de parada cardiorrespiratoria.
4. Dado que los pediatras de atención primaria son, en muchos casos, los profesionales que realizan la atención inicial del niño con anafilaxia, deberían considerarse una de las poblaciones diana de los programas de capacitación ante dichos eventos. El pediatra de atención primaria suele encontrarse con un entorno muy variable, pero en general muy limitado en medios humanos y materiales, con lo que su capacidad de actuación suele verse muy restringidas. Por otro lado, al igual que el pediatra que trabaja en el ámbito hospitalario, debe tener los conocimientos y habilidades necesarias para iniciar el manejo de cualquier situación urgente, siguiendo las recomendaciones actuales, que en el caso de la anafilaxia podría resumirse en la administración precoz de adrenalina intramuscular y seguir la secuencia de evaluación ABCDE.
5. La formación de los pediatras debe basarse tanto en fundamentos teóricos como en capacidades prácticas. En nuestro estudio la parte teórica parece estar cubierta, sin embargo la capacitación práctica se ve más limitada ya que, por un lado, la

posibilidad de que un pediatra se encuentre con una emergencia es baja y, por otro, que ya no es aceptable aprender poniendo en riesgo al paciente.

6. La simulación avanzada es una herramienta que permite detectar los principales errores cometidos por los profesionales y sus potenciales áreas de mejora. Debemos de potenciar su uso para mejorar los planes de formación de los profesionales sanitarios.





## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





1. Pelta Fernández R. Historia del desarrollo de los conocimientos en Alergología. Alérgicos Ilustres. En José Manuel Zubeldia, M.<sup>a</sup> Luisa Baeza, Ignacio Jáuregui et al, editores. Libro de las enfermedades alérgicas de la fundación BBVA. 1<sup>a</sup> Edición, 2012. Pág. 31-40.
2. A. Blanco. Concepto y clasificación de alergia. Control de la síntesis de IgE. En: MA Martín Mateos. Tratado de alergología pediátrica. 2<sup>a</sup> edición. Madrid. ERGON. 2011. Pág 13-19.
3. Johansson SG, Hourihane JO, Bousquet J, Bruijnzeel-Koomen C, Dreborg S, Haahtela T, et al. A revised nomenclature for allergy. An EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force. Allergy. 2001 Sep; 56 (9): 813-24.
4. Johansson SG, Bieber T, Dahl R, Friedmann PS, Lanier BQ, Lockey RF, et al. Revised nomenclature for allergy for global use: Report of the Nomenclature Review Committee of the World Allergy Organization, October 2003. J Allergy Clin Immunol. 2004 May; 113 (5): 832-6.
5. Papadopoulos N, Arakawa H, Carlsen K, Custovic A, Gern J, Lemanske R et al. International consensus on (ICON) pediatric asthma. Allergy. 2012; 67 (8): 976-997
6. Bachert C, Pawankar R, Zhang L, Bunnag C, Fokkens W, Hamilos D et al. ICON: chronic rhinosinusitis. World Allergy Org J. 2014; 7 (1):25.
7. Leonardi A, Bogacka E, Fauquert JL, Kowalski ML, Groblewska A, Jedrzejczak-Czechowicz M, et al. Ocular allergy: recognizing and diagnosing hypersensitivity disorders of the ocular surface. Allergy. 2012; 67: 1327–1337.
8. Muraro A, Roberts G, Worm M, Bilò MB, Brockow K, Fernández Rivas M, et al, on behalf of the EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines Group. Anaphylaxis: guidelines from the European Academy of Allergy and Clinical Immunology. Allergy. 2014; 69: 1026–1045.
9. Burks, A., Tang, M., Sicherer, S., Muraro, A., Eigenmann, P., Ebisawa, M., et al. ICON: Food allergy. J Allergy Clin Immunol. 2012 Apr; 129 (4): 906-20. doi: 10.1016/j.jaci.2012.02.001. Epub 2012 Feb 23.
10. JL Eseverri, AM Paya. La marcha alérgica. En: MA Martín Mateos. Tratado de alergología pediátrica. 2<sup>a</sup> edición. Madrid. ERGON. 2011. Pág 117-123.

11. Johansson, S. G. O., Hourihane, J.O'B., Bousquet, J., Bruijnzeel-Koomen, C., Dreborg, S., Haahtela, T., et al. A revised nomenclature for allergy: An EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force. *Allergy*. 2001, 56: 813–824. doi: 10.1111/j.1398-9995.2001.00002.x-i1
12. UV: Universidad de Valencia [Internet]. Valencia 2009-10. [Citado 9 de junio de 2015]. Disponible en:  
<http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/preclini/index/assoc/HASH092e.dir/fig5.16a.png>
13. Froehlich H, Verma R. Arthus reaction to recombinant hepatitis B virus vaccine. *Clin Infect Dis*. 2001; 33:906.
14. Relyveld EH, Bizzini B, Gupta RK. Rational approaches to reduce adverse reactions in man to vaccines containing tetanus and diphtheria toxoids. *Vaccine*. 1998; 16:1016.
15. Siegrist CA. Mechanisms underlying adverse reactions to vaccines. *J Comp Pathol*. 2007; 137 Suppl 1:S46.
16. Alvarez Cesareo. Reacción anafiláctica: Alergia grave en medicina de urgencias. [Internet]. Version 1. cesareocrates. 3 Febrero de 2009 feb 3 [Citado 25 de septiembre de 2015]. Available from: [https:// cesareocrates.wordpress.com/article/reaccion-anafilactica-wgldlbd1dpoc-8/](https://cesareocrates.wordpress.com/article/reaccion-anafilactica-wgldlbd1dpoc-8/).
17. Cárdenas Guerrero P, Fernández Lorenzo JM, Martínez-Cañavate Burgos A, Ramírez A, de Felipe Jiménez-Casquet M, Pérez Aragón A, et al. Interleukin levels in umbilical cord blood: relationship with a family history of allergic disease. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2005 May-Jun;33 (3): 131-7.
18. Rojas M. Mecanismos de lesión tisular mediados por el sistema inmune [Internet]. 2011 [Citado el 15 de agosto de 2015]. Disponible en:  
[http://www.medic.ula.ve/idic/docs/clases/iahula/curso\\_2011/tema7.pdf](http://www.medic.ula.ve/idic/docs/clases/iahula/curso_2011/tema7.pdf)
19. ISAAC: The International Study of Asthma and Allergies in Childhood [Internet]. Auckland, New Zealand [Actualizado 21 de mayo de 2015, Citado el 9 de agosto de 2015]. Available from: <http://isaac.auckland.ac.nz/>

20. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Steering Committee. Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. *Lancet*. 1998; 351: 1225–32.
21. Weiland SK, Björkstén B, Brunekreef B, et al. Phase II of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC II): rationale and methods. *Eur Respir J*. 2004; 24: 406–12.
22. Asher MI, Montefort S, Björkstén B, et al. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. *Lancet*. 2006; 368: 733–43.
23. Eigenmann PA, Atanaskovic-Markovic M, O’B Hourihane J, Lack G, Lau S, Matricardi PM, et al. Testing children for allergies: why, how, who and when. *Pediatr Allergy Immunol*. 2013; 24: 195–209.
24. Lieberman P, Camargo CA Jr, Bohlke K, et al. Epidemiology of anaphylaxis: findings of the American College of Allergy, Asthma and Immunology Epidemiology of Anaphylaxis Working Group. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2006; 97: 596-602.
25. Panesar SS, Javad S, de Silva D, Nwaru BI, Hickstein L, Muraro A, et al. The epidemiology of anaphylaxis in Europe: a systematic review. *Allergy*. 2013 Nov; 68 (11): 1353-61. doi: 10.1111/all.12272. Epub 2013 Oct 14.
26. Umasunthar T, Leonardi-Bee J, Hodes M, et al. Incidence of fatal food anaphylaxis in people with food allergy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Allergy*. 2013 Dec; 43(12): 1333-41.
27. Joint Task Force on Practice Parameters, American Academy of Allergy, Asthma and Immunology, American College of Allergy, Asthma and Immunology, and the Joint Council of Allergy, Asthma and Immunology. The diagnosis and management of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol*. 1998 Jun;101 (6 Pt 2): S465-528.
28. Joint Task Force on Practice Parameters; American Academy of Allergy, Asthma and Immunology; American College of Allergy, Asthma and Immunology; Joint Council of Allergy, Asthma and Immunology. The Diagnosis and Management of

- Anaphylaxis: An Updated Practice Parameter. *J Allergy Clin Immunol.* 2005 Mar; 115 (3 Suppl 2): 483-523.
29. Lieberman P, Nicklas RA, Oppenheimer J, Kemp SF, Lang DM, Bernstein DI, et al. The diagnosis and management of anaphylaxis: A practice parameter. 2010 Update. *J Allergy Clin Immunol.* 2010; 126: 477-80.
  30. Campbell RL, Li JT, Nicklas RA, Sadosty AT; Members of the Joint Task Force; Practice Parameter Workgroup. Emergency department diagnosis and treatment of anaphylaxis: a practice parameter. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2014; 133: 599-608.
  31. Ross MP, Ferguson M, Street D, et al. Analysis of food-allergic and anaphylactic events in the National Electronic Injury Surveillance System. *J Allergy Clin Immunol.* 2008; 121: 166-171.
  32. Campbell RL, Hagan JB, Manivannan V, et al. Evaluation of national institute of allergy and infectious diseases/food allergy and anaphylaxis network criteria for the diagnosis of anaphylaxis in emergency department patients. *J Allergy Clin Immunol.* 2012; 129: 748-752
  33. Klein JS, Yocum MW. Under-reporting of anaphylaxis in a community emergency room. *J Allergy Clin Immunol.* 1995; 95: 637-638).
  34. Clark S, Long AA, Gaeta TJ, Camargo CA. Multicenter study of emergency department visits for insect sting allergies. *J Allergy Clin Immunol.* 2005; 116: 643-649.
  35. Mehl A, Wahn U, Niggemann B. Anaphylactic reactions in children: a questionnaire-based survey in Germany. *Allergy.* 2005; 60: 1440-1445.
  36. Campbell RL, Luke A, Weaver AL, et al. Prescriptions for self-injectable epinephrine and follow-up referral in emergency department patients presenting with anaphylaxis. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2008; 101: 631-636.
  37. EAACI: European Academy of Allergy and Clinical Immunology [Internet]. Zurich, Switzerland. [Actualizado 2015, Citado 20 de mayo de 2015]. Available from: <http://www.eaaci.org/resources/scientific-output/position-papers>
  38. Koenraad G. Monsieurs, Jerry P. Nolan, Leo L. Bossaert, Robert Greiff, Ian K. Maconochie, et al on behalf of the ERC Guidelines 2015 Writing Group. European

- Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 95 (2015): 1–80.
39. Soar J, Pumphrey R, Cant A, et al. Emergency treatment of anaphylactic reactions--guidelines for healthcare providers. *Resuscitation*. 2008 May; 77 (2): 157-69.
  40. Real Academia Española, Asociación de Academias de la Lengua Española. *Diccionario de la lengua española*, 23.<sup>a</sup> ed., Edición del Tricentenario, [Internet]. Madrid: Espasa, 2014 [Citado el 9 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=simular&m=form&o=h>
  41. Gaba DM. Improving anesthesiologists' performance by simulating reality. *Anesthesiology*. 1992; 76 (4): 491-4.
  42. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004; 13 Suppl 1: i2-10.
  43. Vázquez Mata G, Guillamet Lloveras A. El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *Educ Med*. 2009, 12: 149-155.
  44. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr, Jacobson L, Quinones J, Shen B, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med*. 2009; 76 (4): 330-43.
  45. Lane J, Slavin S, Ziv A. Simulation in medical education: A review. *Simulation & Gaming*. 2001; 32 (3): 297-314.
  46. Boulet JR, Murray DJ. Simulation-based assessment in anesthesiology: requirements for practical implementation. *Anesthesiology*. 2010; 112 (4): 1041-52.
  47. Dillon GF, Boulet JR, Hawkins RE, Swanson DB. Simulations in the United States Medical Licensing Examination (USMLE). *Qual Saf Health Care*. 2004 Oct; 13 suppl 1: i41-5
  48. Berkenstadt H, Ziv A, Gafni N, Sidi A. Incorporating simulation-based objective structured clinical examination into the Israeli National Board Examination in Anesthesiology. *Anesth Analg*. 2006 Mar, 102 (3): 853-8.

49. Berkenstadt H, Ziv A, Gafni N, Sidi A. The validation process of incorporating simulation-based accreditation into the anesthesiology Israeli national board exams. *Isr Med Assoc J.* 2006 Oct; 8 (10):728-33.
50. Martensen R. The history of bioethics: an essay review. *J Hist Med Allied Sci.* 2001; 56 (2): 168-75.
51. Corvetto M, Bravo MP, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, et al. Simulation in medical education: a sinopsis. *Rev Med Chil.* 2013 Jan; 141 (1): 70-9. doi: 10.4067/S0034-98872013000100010
52. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med.* 2003; 78 (8): 783-8.
53. Kneebone R. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Med Educ.* 2003; 37 (3): 267-77.
54. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ.* 2003; 37 Suppl 1: 22-8.
55. Laerdal.com [Internet]. Stavanger, Norway, [Actualizado en 2015, Citado el 17 de julio de 2015]. Available from: <http://www.laerdal.com/es/doc/104/Brazos-de-puncion-intravenosa-adultos>
56. Laerdal.com [Internet]. Stavanger, Norway, [Actualizado en 2015, Citado el 17 de julio de 2015]. Available from: <http://www.laerdal.com/es/item/173-00150-SL>
57. Laerdal.com [Internet]. Stavanger, Norway, [Actualizado en 2015, Citado el 17 de julio de 2015]. Available from: <http://www.laerdal.com/es/SimMan3GTrauma>
58. Levine AI, Swartz MH. Standardized patients: the “other” simulation. *J Crit Care* 2008; 23 (2): 179-84
59. Gaba DM. Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ.* 2000; 320 (7237): 785-8.
60. Alinier G. A typology of educationally focused medical simulation tools. *Med Teach.* 2007; 29(8): e243-50
61. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990; 65 (9 Suppl): S63-7.



62. Frank JR, Snell LS, Cate OT, Holmboe ES, Carraccio C, Swing SR, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Med Teach*. 2010; 32 (8): 638-45.
63. Ziv A, Rubin O, Sidi A, Berkenstadt H. Credentialing and certifying with simulation. *Anesthesiol Clin*. 2007; 25 (2): 261-9.
64. Reznick RK, Blackmore D, Dauphinee WD, Rothman AI, Smee S. Large-scale high-stakes testing with an OSCE: report from the Medical Council of Canada. *Acad Med* 1996; 71 (1 Suppl): S19-21.
65. Sutnick AI, Stillman PL, Norcini JJ, Friedman M, Regan MB, Williams RG, et al. ECFMG assessment of clinical competence of graduates of foreign medical schools. Educational Commission for Foreign Medical Graduates. *JAMA* 1993; 270 (9): 1041-5.
66. Van Sickle KR, Ritter EM, Smith CD. The pretrained novice: using simulation-based training to improve learning in the operating room. *Surg Innov*. 2006; 13 (3): 198-204.
67. Sánchez LD, Delapena J, Kelly SP, Ban K, Pini R, Perna AM. Procedure lab used to improve confidence in the performance of rarely performed procedures. *Eur J Emerg Med*. 2006; 13 (1): 29-31.
68. Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, Xu Y. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the emergency department? *Acad Emerg Med*. 2005; 12 (7): 635-9.
69. Fritz PZ, Gray T, Flanagan B. Review of mannequin-based high-fidelity simulation in emergency medicine. *Emerg Med Australas*. 2008; 20 (1): 1-9. Epub 2007 Nov 12
70. Halamek LP, Kaegi DM, Gaba DM, Sowb YA, Smith BC, Smith BE, et al. Time for a new paradigm in pediatric medical education: teaching neonatal resuscitation in a simulated delivery room environment. *Pediatrics*. 2000; 106 (4): E45.
71. Cheng A, Goldman RD, Aish MA, Kissoon N. A simulation-based acute care curriculum for pediatric emergency medicine fellowship training programs. *Pediatr Emerg Care*. 2010 Jul; 26 (7): 475-80. doi: 10.1097/PEC.0b013e3181e5841b.

72. Cloutier RL, Walthall JD, Mull CC, Nypaver MM, Baren JM. Best educational practices in pediatric emergency medicine during emergency medicine residency training: guiding principles and expert recommendations. *Acad Emerg Med*. 2010 Oct; 17 Suppl 2: S104-13. doi: 10.1111/j.1553-2712.2010.00893.x.
73. Eppich WJ1, Nypaver MM, Mahajan P, Denmark KT, Kennedy C, Joseph MM, Kim I. The role of high-fidelity simulation in training pediatric emergency medicine fellows in the United States and Canada. *Pediatr Emerg Care*. 2013 Jan; 29 (1): 1-7. doi: 10.1097/PEC.0b013e31827b20d0.
74. Doughty CB, Kessler DO, Zuckerbraun NS, Stone KP, Reid JR, Kennedy CS, et al. Simulation in Pediatric Emergency Medicine Fellowships. *Pediatrics*. 2015 Jul;136 (1):e152-8. doi: 10.1542/peds.2014-4158. Epub 2015 Jun 8.
75. Halvorsen FH, Elle OJ, Fosse E. Simulators in surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2005; 14 (4): 214-23.
76. Yiannakopoulou E, Nikiteas N, Perrea D, Tsigris C. Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery. *Int J Surg*. 2015 Jan; 13: 60-4. doi: 10.1016/j.ijso.2014.11.014. Epub 2014 Nov 18.
77. Beyer-Berjot L1, Aggarwal R. Toward technology-supported surgical training: the potential of virtual simulators in laparoscopic surgery. *Scand J Surg*. 2013; 102 (4): 221-6. doi: 10.1177/1457496913496494. Epub 2013 Sep 20.
78. Wignall GR, Denstedt JD, Preminger GM, Cadeddu JA, Pearle MS, Sweet RM, et al. Surgical simulation: a urological perspective. *J Urol*. 2008 May; 179 (5): 1690-9. doi: 10.1016/j.juro.2008.01.014. Epub 2008 Mar 17.
79. Diesen DL, Erhunmwunsee L, Bennett KM, Ben-David K, Yurcisin B, Ceppa EP. Effectiveness of laparoscopic computer simulator versus usage of box trainer for endoscopic surgery training of novices. *J Surg Educ*. 2011 Jul-Aug; 68 (4): 282-9. doi: 10.1016/j.jsurg.2011.02.007. Epub 2011 May 4.
80. Hunt EA, Shilkofski NA, Stavroudis TA, Nelson KL. Simulation: translation to improved team performance. *Anesthesiol Clin*. 2007; 25 (2): 301-19.
81. Britt RC, Reed SF, Britt LD. Central line simulation: a new training algorithm. *Am Surg*. 2007;73 (7): 680-2.

82. Nishisaki A, Keren R, Nadkarni V. Does simulation improve patient safety? Self-efficacy, competence, operational performance, and patient safety. *Anesthesiol Clin*. 2007; 25 (2): 225-36.
83. Kotal ER, Sivertson RM, Wolfe SP, Lammers RL, Overton DT. A survey of simulation fellowship programs. *J Emerg Med*. 2015 Mar; 48 (3):351-5. doi: 10.1016/j.jemermed.2014.10.004. Epub 2014 Nov 20.
84. Sancho R, Rábago JL, Maestre JM, Del Moral I, Carceller JM. Bringing clinical simulation into anesthesiology and postoperative recovery care residency training. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2010 Dec; 57 (10): 656-63.
85. Ramani S, Leinster S. Teaching in the clinical environment. *Med Teach*. 2008; 30: 347-64.
86. González Gómez JM, Chaves Vinagre J, Ocete Hita E, Calvo Macías C; Grupo Docente de Simulación Pediátrica de la Fundación IAVANTE. New methods in training of paediatric emergencies: medical simulation applied to paediatrics. *An Pediatr (Barc)*. 2008 Jun; 68 (6): 612-20.
87. Tejedor-Alonso M A, Moro-Moro M, Múgica-García MV. Epidemiology of Anaphylaxis: Contributions From the Last 10 Years. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2015; 25 (3): 163-75.
88. Kerkhof E, Lakhanpaul M, Ray S, Verbakel JY, Van den Bruel A, Thompson M, et al. The predictive value of the NICE "red traffic lights" in acutely ill children. *PLoS One*. 2014 Mar 14; 9 (3): e90847. doi: 10.1371/journal.pone.0090847. eCollection 2014.
89. Civantos Fuentes E, Rodríguez Núñez A, Iglesias Vázquez JA, Sánchez Santos L. Assessment of primary care paediatricians performance in a paediatric trauma simulation. *An Pediatr (Barc)*. 2012 Sep; 77 (3): 203-7. doi: 10.1016/j.anpedi.2012.01.027. Epub 2012 Mar 8.
90. Oulego Erroz I, Rodríguez Núñez A, Alonso Quintela P, Mora Matilla M, Iglesias Vázquez A, Fernández Sanmartín M, et al. Systematic assessment of the paediatrician's performance during simulated supraventricular tachycardia. *An Pediatr (Barc)*. 2012 Sep; 77 (3): 165-70. doi: 10.1016/j.anpedi.2012.01.020. Epub 2012 Mar 3.

91. Simons FE, Arduzzo LR, Bilò MB, Cardona V, Ebisawa M, El-Gamal YM, et al. International consensus on (ICON) anaphylaxis. *World Allergy Organ J.* 2014 May 30;7(1):9. doi: 10.1186/1939-4551-7-9. eCollection 2014
92. Pumphrey RS. Lessons for management of anaphylaxis from a study of fatal reactions. *Clin Exp Allergy.* 2000 Aug;30(8):1144-50.
93. Kennedy JL, Jones SM, Porter N, White ML, Gephardt G, Hill T, et al. High-fidelity hybrid simulation of allergic emergencies demonstrates improved preparedness for office emergencies in pediatric allergy clinics. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2013 Nov-Dec;1(6):608-17.e1-14. doi: 10.1016/j.jaip.2013.07.006. Epub 2013 Sep 21.
94. Hellaby MD. Anaphylaxis simulation session: seeing is believing. *Simul Healthc.* 2011 Jun;6(3):180-3. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182069568.
95. O'Leary FM, Hokin B, Enright K, Campbell DE. Treatment of a simulated child with anaphylaxis: an in situ two-arm study. *J Paediatr Child Health.* 2013 Jul;49(7):541-7. doi: 10.1111/jpc.12276. Epub 2013 Jun 12
96. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet.* 2011; 377: 1011-8.
97. Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J. Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med.* 2011 Dec;58(6):509-16. doi: 10.1016/j.annemergmed.2011.07.020.
98. Anson JA. Vascular access in resuscitation: is there a role for the intraosseous route? *Anesthesiology.* 2014 Apr; 120 (4): 1015-31. doi: 10.1097/ALN.0000000000000140.
99. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. *Resuscitation.* 2012 Jan; 83 (1): 40-5. doi: 10.1016/j.resuscitation.2011.08.017. Epub 2011 Sep 3.
100. Ohchi F1, Komazawa N1, Mihara R1, Minami T1. Comparison of mechanical and manual bone marrow puncture needle for intraosseous access; a randomized

- simulation trial. Springerplus. 2015 May 2; 4: 211. doi: 10.1186/s40064-015-0982-y. eCollection 2015.
101. Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. *Resuscitation*. 2006 Sep; 70 (3): 432-7. Epub 2006 Jul 10.
102. Finnerty JP, Howarth PH. Paradoxical bronchoconstriction with nebulized albuterol but not with terbutaline. *Am Rev Respir Dis*. 1993; 148: 512-13.
103. Mutlu GM, Moonjelly E, Chan L, Olopade CO. Laryngospasm and paradoxical bronchoconstriction after repeated doses of beta 2-agonists containing edentate disodium. *Mayo Clin Proc*. 2000; 75: 285-7.
104. Spooner LM, Olin JL. Paradoxical bronchoconstriction with albuterol administered by metered-dose inhaler and nebulizer solution. *Ann Pharmacother*. 2005; 39: 1924-27.
105. González de Olano D, Trujillo Trujillo MJ, Santos Magadán S, Menéndez-Baltanás A, Gandolfo Cano M, Ariz Muñoz S, et al. Anaphylaxis to salbutamol. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2008; 18 (2): 139-40.
106. Wang HE, Balasubramani GK, Cook LJ, Lave JR, Yealy DM. Out-of-Hospital Endotracheal Intubation Experience and Patient Outcomes. *Annals of emergency medicine*. 2010; 55 (6): 527-537. e6. doi:10.1016/j.annemergmed.2009.12.020.
107. Goto T, Gibo K, Hagiwara Y, Morita H, Brown DF, Brown CA, et al. Multiple failed intubation attempts are associated with decreased success rates on the first rescue intubation in the emergency department: a retrospective analysis of multicentre observational data. *Scand J of Trauma Resusc Emerg Med*. 2015; 23: 5. doi:10.1186/s13049-014-0085-8.
108. Kajino K, Iwami T, Kitamura T, Daya M, Ong ME, Nishiuchi T, et al. Comparison of supraglottic airway versus endotracheal intubation for the pre-hospital treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care*. 2011; 15 (5): R236. doi: 10.1186/cc10483. Epub 2011 Oct 10.
109. Wang HE, Szydlo D, Stouffer JA, Lin S, Carlson JN, Vaillancourt C, et al. Endotracheal intubation versus supraglottic airway insertion in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012 Sep; 83 (9): 1061-6. Epub 2012 Jun 1.

110. Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT. Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis. *Resuscitation*. 2015 Aug; 93: 20-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.05.007. Epub 2015 May 23.
111. Wang J, Tang C, Zhang L, Gong Y, Yin C, Li Y. Compressing with dominant hand improves quality of manual chest compressions for rescuers who performed suboptimal CPR in manikins. *Am J Emerg Med*. 2015 Jul; 33 (7): 931-6. doi: 10.1016/j.ajem.2015.04.007. Epub 2015 Apr 10.
112. Zimmerman E, Cohen N, Maniaci V, Pena B, Lozano JM, Linares M. Use of a Metronome in Cardiopulmonary Resuscitation: A Simulation Study. *Pediatrics*. 2015 Nov; 136 (5): 905-11. doi: 10.1542/peds.2015-1858. Epub 2015 Oct 12.
113. Davey P, Whatman C, Dicker B. Comparison of Chest Compressions Metrics Measured Using the Laerdal Skill Reporter and Q-CPR: A Simulation Study. *Simul Healthc*. 2015 Oct;10(5):257-62. doi: 10.1097/SIH.0000000000000105.
114. Garcia-Magan C, Moure-Gonzalez JD, Gonzalez-Calvete L, Fernandez-Rey A, Regueiro-Garcia A, Rodriguez-Nuñez A. Assessment of chest compressions quality performed by residents before and after pediatric cardiopulmonary resuscitation training. *Resuscitation* 2014; 85: S15-S121
115. Andersen MS, Nielsen TT, Christensen EF. A study of police operated dispatch to acute coronary syndrome cases arising from 112 emergency calls in Aarhus county, Denmark. *Emerg Med J*. 2006 Sep; 23 (9): 705-6.
116. Bach A, Christensen EF. Accuracy in identifying patients with loss of consciousness in a police-operated emergency call centre - first step in the chain of survival. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007 Jul; 51 (6): 742-6. Epub 2007 Apr 26.
117. Sporer KA, Youngblood GM, Rodriguez RM. The ability of emergency medical dispatch codes of medical complaints to predict ALS prehospital interventions. *Prehosp Emerg Care*. 2007 Apr-Jun; 11 (2): 192-8.
118. Ramanujam P, Guluma KZ, Castillo EM, Chacon M, Jensen MB, Patel E et al. Accuracy of stroke recognition by emergency medical dispatchers and paramedics-San Diego experience. *Prehosp Emerg Care*. 2008 Jul-Sep; 12 (3): 307-13. doi: 10.1080/10903120802099526.

119. Sporer KA, Johnson NJ, Yeh CC, Youngblood GM. Can emergency medical dispatch codes predict prehospital interventions for common 9-1-1 call types? *Prehosp Emerg Care*. 2008 Oct-Dec; 12 (4): 470-8. doi: 10.1080/10903120802290877.
120. Sporer KA, Craig AM, Johnson NJ, Yeh CC. Does emergency medical dispatch priority predict delphi process-derived levels of prehospital intervention? *Prehosp Disaster Med*. 2010 Jul-Aug; 25 (4): 309-17.
121. Sporer KA, Wilson KG. How well do emergency medical dispatch codes predict prehospital medication administration in a diverse urban community? *Emerg Med*. 2013 Feb; 44 (2): 413-422.e3. doi: 10.1016/j.jemermed.2012.02.086. Epub 2012 Oct 22.
122. . Dami F, Golay C, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O. Prehospital triage accuracy in a criteria based dispatch centre. *BMC Emerg Med*. 2015 Oct 27; 15 (1): 32. doi: 10.1186/s12873-015-0058-x.
123. Lammers R, Willoughby-Byrwa M, Fales W. Medication errors in prehospital management of simulated pediatric anaphylaxis. *Prehosp Emerg Care*. 2014 Apr-Jun;18(2):295-304. doi: 10.3109/10903127.2013.856501. Epub 2014 Jan 8.
124. Simons FE, Gu X, Simons KJ. Epinephrine absorption in adults: intramuscular versus subcutaneous injection. *J Allergy Clin Immunol* 2001;108:871-3.
125. Simons FE, Roberts Jr, Gu X, Simons KJ. Epinephrine absorption in children with a history of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol* 1998;101:33-7.
126. Umasunthar T, Procktor A, Hodes M, Smith JG, Gore C, Cox HE, et al. Patients' ability to treat anaphylaxis using adrenaline autoinjectors: a randomized controlled trial. *Allergy*. 2015 Jul;70(7):855-63. doi: 10.1111/all.12628. Epub 2015 Apr 16.
127. Michelson KA, Monuteaux MC, Neuman MI. Glucocorticoids and Hospital Length of Stay for Children with Anaphylaxis: A Retrospective Study. *J Pediatr*. 2015 Sep;167(3):719-724.e3. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.05.033. Epub 2015 Jun 19.
128. Sheikh A. Glucocorticosteroids for the treatment and prevention of anaphylaxis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2013 Jun; 13 (3): 263-7. doi: 10.1097/ACI.0b013e32836097f4.

129. Choo KJ1, Simons FE, Sheikh A. Glucocorticoids for the treatment of anaphylaxis. *Evid Based Child Health*. 2013 Jul; 8 (4): 1276-94. doi: 10.1002/ebch.1925.
130. Sheikh A, Ten Broek V, Brown SG, Simons FE. H1-antihistamines for the treatment of anaphylaxis: Cochrane systematic review. *Allergy*. 2007 Aug;62 (8): 830-7.
131. Sheikh A, ten Broek Vm, Brown SG, Simons FE. H1-antihistamines for the treatment of anaphylaxis with and without shock. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007 Jan 24; (1): CD006160.
132. Nurmatov UB, Rhatigan E, Simons FE, Sheikh A. H2-antihistamines for the treatment of anaphylaxis with and without shock: a systematic review. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2014 Feb;112(2):126-31. doi: 10.1016/j.anai.2013.11.010. Epub 2013 Dec 5.
133. Demaria S Jr, Bryson EO, Mooney TJ, Silverstein JH, Reich DL, Bodian C, Levine AI. Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance. *Med Educ*. 2010 Oct;44(10):1006-15. doi: 10.1111/j.1365-2923.2010.03775.x.
134. Mileder LP, Vajda C, Wegscheider T. Patient death in simulation-based medical education. *Int J Med Educ*. 2015 Sep 15; 6: 109-10. doi: 10.5116/ijme.55f2.7d9b.
135. Mileder LP, Kopaunik LS, Alberer M, Wetzel J, Karnberger A, Kneihsl M, Gangl M, Wegscheider T. Simulation-based training and its effect on management of severe anaphylaxis □ Are 4 Hs enough? *Resuscitation*. 2015 Oct 23. pii: S0300-9572(15)00853-9. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.10.006.
136. Peter Dieckmann. Simulation settings for learning in acute medical care. Edited by Theo Wehner and Tanja Manser. Using simulations for educations, training and research. 2009. Pages. 40-138.



## 9. PUBLICACIONES





### **Publicaciones relacionadas con la tesis**

De Castro MJ, Moure JD, Sanmartin MF, Iglesias Vazquez JA; Sánchez Santos L, Rodríguez Núñez AR. Assessment of the intervention of primary care pediatricians in a simulated clinical scenario of anaphylaxis. Strengths and weaknesses. Resuscitation 2012; 83: e24-e123. DOI <http://dx.doi.org/org/10.1016/j.resuscitation.2012.08.296>

Garcia-Magan C, Moure-Gonzalez JD, Gonzalez-Calvete L, Fernandez-Rey A, Fuertes-Moure A, Rodriguez-Núñez A. Are pediatricians ready to handle a severe anaphylactic reaction? Assessment by means of advanced simulation. Resuscitation 2014; 85: S15-S121 DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.03.264> ISSN0300-9572

### **Otras publicaciones relacionadas con la simulación**

Marques FA, Rodríguez-Blanco S, Moure-González JD, Oulego-Erroz I, Rodríguez-Núñez A. Is tracheal intubation possible during pediatric cardiopulmonary resuscitation without interruption of chest compressions? A simulation study. Resuscitation. 2012 Dec;83(12):e233-4. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.08.333. Epub 2012 Sep 4.

Mora Matilla M, Rodriguez Nuñez A, Moure Gonzalez J, Oulego Erroz I, Sanchez Santos L, Fernandez Sanmartin, et al. Should new devices be tested with advanced simulation before introducing in clinical practice? Video laryngoscope and cardiopulmonary resuscitation example. Revista Intensive Care Med 2013; 39: S1-S200

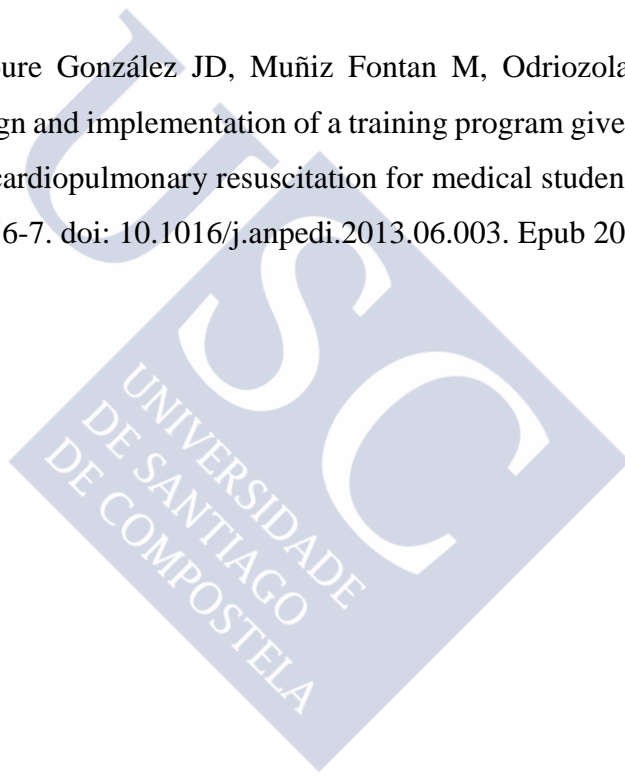
DOI 10.1007/s00134-013-2950-8 ISSN 0342-4642

Rodríguez-Núñez A, Moure-González J, Rodríguez-Blanco S, Oulego-Erroz I, Rodríguez-Rivas P, Cortiñas-Díaz J. Tracheal intubation of pediatric manikins during ongoing chest compressions. Does Glidescope® videolaryngoscope improve pediatric

residents' performance? Eur J Pediatr. 2014 Oct;173(10):1387-90. doi: 10.1007/s00431-014-2329-z. Epub 2014 May 6.

Garcia-Magan C, Moure-Gonzalez JD, Gonzalez-Calvete L, Fernandez-Rey A, Regueiro-Garcia A, Rodriguez-Nuñez A. Assessment of chest compressions quality performed by residents before and after pediatric cardiopulmonary resuscitation training. Resuscitation 2014; 85: S15-S121 DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.03.118> ISSN 0300-9572

González Calvete L, Moure González JD, Muñiz Fontan M, Odriozola Grijalba M, Rodríguez Nuñez A. Design and implementation of a training program given by residents in intermediate pediatric cardiopulmonary resuscitation for medical students. An Pediatr (Barc). 2014 Feb;80(2):e56-7. doi: 10.1016/j.anpedi.2013.06.003. Epub 2013 Nov 25.



## 10. APÉNDICE





Autor/es	Título	Revista
Berg K et al.	Standardized patient assessment of medical student empathy: ethnicity and gender effects in a multi-institutional study.	Acad Med. 2015 Jan;90(1):105-11. doi: 10.1097/ACM.0000000000000529
Eisenberg A, Rosenthal S, Schluskel YR.	Medicine as a performing art: what we can learn about empathic communication from theater arts.	Acad Med. 2015 Mar;90(3):272-6. doi: 10.1097/ACM.0000000000000626
Tully J, Dameff C, Kaib S, Moffitt M.	Recording medical students' encounters with standardized patients using Google Glass: providing end-of-life clinical education.	Acad Med. 2015 Mar;90(3):314-6. doi: 10.1097/ACM.0000000000000620.
Cheng A et al.	Improving cardiopulmonary resuscitation with a CPR feedback device and refresher simulations (CPR CARES Study): a randomized clinical trial.	JAMA Pediatr. 2015 Feb;169(2):137-44. doi: 10.1001/jamapediatrics.2014.2616.
Miledner LP.	Addressing patient safety through dedicated simulation-based training.	Am J Med. 2014 Dec;127(12):e25. doi: 10.1016/j.amjmed.2014.07.041.
Michael M, Abboudi H, Ker J, Shamim Khan M, Dasgupta P, Ahmed K.	Performance of technology-driven simulators for medical students--a systematic review.	J Surg Res. 2014 Dec;192(2):531-43. doi: 10.1016/j.jss.2014.06.043.
Sharara-Chami R, Taher S, Kaddoum R, Tamim H, Charafeddine L.	Simulation training in endotracheal intubation in a pediatric residency.	Middle East J Anaesthesiol. 2014 Jun;22(5):477-85.
Gupta AO, Ramasethu J.	An innovative nonanimal simulation trainer for chest tube insertion in neonates.	Pediatrics. 2014 Sep;134(3):e798-805. doi: 10.1542/peds.2014-0753.
Rubio-Gurung S et al.	In situ simulation training for neonatal resuscitation: an RCT in preclinical medical students.	Pediatrics. 2014 Sep;134(3):e790-7. doi: 10.1542/peds.2013-3988.
Hudson J, Ratnapalan S.	Teaching clinical skills with patient resources.	Can Fam Physician. 2014 Jul;60(7):674-7, e372-5.
Ottolini MC.	Pediatric hospitalists and medical education.	Pediatr Ann. 2014 Jul;43(7):e151-6. doi: 10.3928/00904481-20140619-08.

Yang TM, Kao Y, Wang CT, Chung MH, Lin HJ, Lin SJ, Guo HR, Su SB, Huang CC, Hsu CC.	ACLS training: comparison of physicians and nurses with teamwork-based high-fidelity simulation.	Am J Emerg Med. 2014 Sep;32(9):1132-4. doi: 10.1016/j.ajem.2014.05.027.
Miledner LP, Schmölzer GM.	Simulation and its role in airway management training.	Crit Care Med. 2014 Jul;42(7):e541-2. doi: 10.1097/CCM.0000000000000282.
Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook DA.	Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis.	Med Educ. 2014 Jul;48(7):657-66. doi: 10.1111/medu.12432
Calhoun AW, Boone MC, Porter MB, Miller KH.	Using simulation to address hierarchy-related errors in medical practice.	Perm J. 2014 Spring;18(2):14-20. doi: 10.7812/TPP/13-124
Stone K, Reid J, Caglar D, Christensen A, Strelitz B, Zhou L, Quan L.	Increasing pediatric resident simulated resuscitation performance: a standardized simulation-based curriculum.	Resuscitation. 2014. Aug;85(8):1099-105. doi: 10.1016/j.resuscitation.2014.05.005.
Schmutz J, Eppich WJ, Hoffmann F, Heimberg E, Manser T.	Five steps to develop checklists for evaluating clinical performance: an integrative approach.	Acad Med. 2014 Jul;89(7):996-1005. doi: 10.1097/ACM.0000000000000289.
Cheng A, Auerbach M, Hunt EA, Chang TP, Pusic M, Nadkarni V, Kessler D.	Designing and conducting simulation-based research.	Pediatrics. 2014 Jun;133(6):1091-101. doi: 10.1542/peds.2013-3267.
Boyer DL, Nishisaki A.	Evaluating patient outcomes in medical education research: mission impossible?	Pediatr Crit Care Med. 2014 May;15(4):382-4. doi: 10.1097/PCC.0000000000000116.
Tobler K, Grant E, Marczyński C.	Evaluation of the impact of a simulation-enhanced breaking bad news workshop in pediatrics.	Simul Healthc. 2014 Aug;9(4):213-9. doi: 10.1097/SIH.0000000000000031.
Miledner LP, Schmölzer GM.	Future resuscitation guidelines should contain more specific recommendations regarding simulation-based training.	Resuscitation. 2014 Jul;85(7):e111. doi: 10.1016/j.resuscitation.2014.04.006.



Cheng A, Lang TR, Starr SR, Pusic M, Cook DA.	Technology-enhanced simulation and pediatric education: a meta-analysis.	Pediatrics. 2014 May;133(5):e1313-23. doi: 10.1542/peds.2013-2139.
Osman A.	Undergraduate interprofessional paediatric simulation in a district general hospital.	Med Educ. 2014 May;48(5):527-8. doi: 10.1111/medu.12452.
Thompson JL, Grisham LM, Scott J, Mogan C, Prescher H, Biffar D, Jarred J, Meyer RJ, Hamilton AJ.	Construction of a reusable, high-fidelity model to enhance extracorporeal membrane oxygenation training through simulation.	Adv Neonatal Care. 2014 Apr;14(2):103-9. doi: 10.1097/ANC.0000000000000054.
Blackwood J, Duff JP, Nettel-Aguirre A, Djogovic D, Joynt C	Does teaching crisis resource management skills improve resuscitation performance in pediatric residents?	Pediatr Crit Care Med. 2014 May;15(4):e168-74. doi: 10.1097/PCC.0000000000000100.
Hunt EA, Duval-Arnould JM, Nelson-McMillan KL, Bradshaw JH, Diener-West M, Perretta JS, Shilkofski NA.	Pediatric resident resuscitation skills improve after "rapid cycle deliberate practice" training.	Resuscitation. 2014 Jul;85(7):945-51. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.02.025. Epub 2014 Mar 4
Kennedy JL et al.	High-fidelity hybrid simulation of allergic emergencies demonstrates improved preparedness for office emergencies in pediatric allergy clinics.	J Allergy Clin Immunol Pract. 2013 Nov-Dec;1(6):608-17.e1-14. doi: 10.1016/j.jaip.2013.07.006.
Schweller M, Costa FO, Antônio MÂ, Amaral EM, de Carvalho-Filho MA.	The impact of simulated medical consultations on the empathy levels of students at one medical school.	Acad Med. 2014 Apr;89(4):632-7. doi: 10.1097/ACM.0000000000000175.
Howell JD, Greenwald BM.	Breathing new life into pediatric advanced life support training	Crit Care Med. 2014 Mar;42(3):744-5. doi: 10.1097/CCM.0000000000000108.
Ernst KD et al.	Weekly and consecutive day neonatal intubation training: comparable on a pediatrics clerkship.	Acad Med. 2014 Mar;89(3):505-10. doi: 10.1097/ACM.0000000000000150.

Barsness KA, Rooney DM, Davis LM, Chin AC	Validation of measures from a thoracoscopic esophageal atresia/tracheoesophageal fistula repair simulator.	J Pediatr Surg. 2014 Jan;49(1):29-32; discussion 32-3. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.09.069.
Miledner LP, Urlesberger B, Schwindt J, Simma B, Schmölzer GM.	Compliance with guidelines recommending the use of simulation for neonatal and infant resuscitation training in Austria.	Klin Padiatr. 2014 Jan;226(1):24-8. doi: 10.1055/s-0033-1361106.
Tofil NM, Morris JL, Peterson DT, Watts P, Epps C, Harrington KF, Leon K, Pierce C, White ML.	Interprofessional simulation training improves knowledge and teamwork in nursing and medical students during internal medicine clerkship.	J Hosp Med. 2014 Mar;9(3):189-92. doi: 10.1002/jhm.2126. Epub 2014 Jan 13.
Lammers RL, Willoughby-Byrwa M, Fales WD.	Errors and error-producing conditions during a simulated, prehospital, pediatric cardiopulmonary arrest.	Simul Healthc. 2014 Jun;9(3):174-83. doi: 10.1097/SIH.0000000000000013.
Geurtzen R, Hogeveen M, Rajani AK, Chitkara R, Antonius T, van Heijst A, Draaisma J, Halamek LP.	Using simulation to study difficult clinical issues: prenatal counseling at the threshold of viability across American and Dutch cultures.	Simul Healthc. 2014 Jun;9(3):167-73. doi: 10.1097/SIH.0000000000000011.
Cicero MX et al.	Creation and Delphi-method refinement of pediatric disaster triage simulations.	Prehosp Emerg Care. 2014 Apr-Jun;18(2):282-9. doi: 10.3109/10903127.2013.856505.
Mills DM, Williams DC, Dobson JV.	Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review.	Hosp Pediatr. 2013 Apr;3(2):167-76. Review.
Mills DM, Wu CL, Williams DC, King L, Dobson JV.	High-fidelity simulation enhances pediatric residents' retention, knowledge, procedural proficiency, group resuscitation performance, and experience in pediatric resuscitation.	Hosp Pediatr. 2013 Jul;3(3):266-75.
Chang TP et al.	Script concordance testing: assessing residents' clinical	Acad Med. 2014 Jan;89(1):128-35. doi: 10.1097/ACM.0000000000000059.

	decision-making skills for infant lumbar punctures.	
Behar S, Benson LR, Kurzweil A, Azen C, Nager AL.	Use of an emergency medical pictorial communication book during simulated disaster conditions.	Disaster Med Public Health Prep. 2013 Oct;7(5):475-80. doi: 10.1017/dmp.2013.86.
Kurosawa H, Ikeyama T, Achuff P, Perkel M, Watson C, Monachino A, Remy D, Deutsch E, Buchanan N, Anderson J, Berg RA, Nadkarni VM, Nishisaki A.	A randomized, controlled trial of in situ pediatric advanced life support recertification ("pediatric advanced life support reconstructed") compared with standard pediatric advanced life support recertification for ICU frontline providers*.	Crit Care Med. 2014 Mar;42(3):610-8. doi: 10.1097/CCM.0000000000000024.
Thomas SM, Burch W, Kuehnle SE, Flood RG, Scalzo AJ, Gerard JM.	Simulation training for pediatric residents on central venous catheter placement: a pilot study.	Pediatr Crit Care Med. 2013 Nov;14(9):e416-23. doi: 10.1097/PCC.0b013e31829f5eda.
Conlon T, Nadkarni V, Nishisaki A.	Simulation-based procedural training for pediatric residents: one small step for a program ... one giant leap for mankind!	Pediatr Crit Care Med. 2013 Nov;14(9):908-9. doi: 10.1097/PCC.0b013e3182a54dbe
Greenberg L, Tully K, Keller J, Blatt B.	"Moments of magic" require culture change.	Acad Med. 2013 Nov;88(11):1593. doi: 10.1097/ACM.0b013e3182a7fa7e
Baldoli I et al.	An active one-lobe pulmonary simulator with compliance control for medical training in neonatal mechanical ventilation.	J Clin Monit Comput. 2014 Jun;28(3):251-60. doi: 10.1007/s10877-013-9521-y.
Dudas RA et al.	Evaluation of a simulation-based pediatric clinical skills curriculum for medical students.	Simul Healthc. 2014 Feb;9(1):21-32. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182a89154.
Woods JL, Pasold TL, Boateng BA, Hensel DJ.	Adolescent health care and the trainee: roles of self-efficacy, standardized patients, and an adolescent medicine rotation.	Simul Healthc. 2013 Dec;8(6):359-67. doi: 10.1097/SIH.0b013e31829be91a.
Bacarese-Hamilton J, Pena V, Haddad M, Clarke S.	Simulation in the early management of gastroschisis.	Simul Healthc. 2013 Dec;8(6):376-81. doi: 10.1097/SIH.0b013e31829b3ff9.

Lang VJ, Kogan J, Berman N, Torre D.	The evolving role of online virtual patients in internal medicine clerkship education nationally.	Acad Med. 2013 Nov;88(11):1713-8. doi: 10.1097/ACM.0b013e3182a7f28f.
Shaw NJ, Gottstein R.	Trainee outcomes after the Mersey and north-west 'pre-ST4' neonatal simulation course.	Arch Dis Child. 2013 Nov;98(11):921-2. doi: 10.1136/archdischild-2013-304734.
Leong AB, Green CG, Kurland G, Wood RE.	A survey of training in pediatric flexible bronchoscopy.	Pediatr Pulmonol. 2014 Jun;49(6):605-10. doi: 10.1002/ppul.22872.
Huwendiek S, Duncker C, Reichert F, De Leng BA, Dolmans D, van der Vleuten CP, Haag M, Hoffmann GF, Tönshoff B.	Learner preferences regarding integrating, sequencing and aligning virtual patients with other activities in the undergraduate medical curriculum: A focus group study.	Med Teach. 2013 Nov;35(11):920-9. doi: 10.3109/0142159X.2013.826790. Epub 2013 Sep 4.
Hollman GA et al.	Development, implementation, and initial participant feedback of a pediatric sedation provider course.	Teach Learn Med. 2013;25(3):249-57. doi: 10.1080/10401334.2013.797352.
Barsness KA, Rooney DM, Davis LM.	Collaboration in simulation: the development and initial validation of a novel thoracoscopic neonatal simulator.	J Pediatr Surg. 2013 Jun;48(6):1232-8. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.03.015.
Dadiz R et al.	Interdisciplinary simulation-based training to improve delivery room communication.	Simul Healthc. 2013 Oct;8(5):279-91. doi: 10.1097/SIH.0b013e31829543a3.
Lai NM, Ngim CF, Fullerton PD.	Teaching medical students neonatal resuscitation: knowledge gained and retained from a brief simulation-based training workshop.	Educ Health (Abingdon). 2012 Nov;25(2):105-10. doi: 10.4103/1357-6283.103457.
Everett TC, Ng E, Power D, Marsh C, Tolchard S, Shadrina A, Bould MD.	The Managing Emergencies in Paediatric Anaesthesia global rating scale is a reliable tool for simulation-based assessment in pediatric anesthesia crisis management.	Paediatr Anaesth. 2013 Dec;23(12):1117-23. doi: 10.1111/pan.12212. Epub 2013 Jun 26.
O'Leary FM, Hokin B, Enright K, Campbell DE.	Treatment of a simulated child with anaphylaxis: an in situ two-arm study.	J Paediatr Child Health. 2013 Jul;49(7):541-7. doi: 10.1111/jpc.12276.

Sharma J, Myers D, Dinakar C.	Simulation in pediatrics.	Mo Med. 2013 Mar-Apr;110(2):147-9.
Mattei TA, Frank C, Bailey J, Lesle E, Macuk A, Lesniak M, Patel A, Morris MJ, Nair K, Lin JJ.	Design of a synthetic simulator for pediatric lumbar spine pathologies.	J Neurosurg Pediatr. 2013 Aug;12(2):192-201. doi: 10.3171/2013.4.PEDS12540.
Cordero L, Hart BJ, Hardin R, Mahan JD, Nankervis CA.	Deliberate practice improves pediatric residents' skills and team behaviors during simulated neonatal resuscitation.	Clin Pediatr (Phila). 2013 Aug;52(8):747-52. doi: 10.1177/0009922813488646.
Zackoff MW, Israel SW, Browning WL, Fleming AE.	Use of simulation to teach appropriate management of a crying infant.	Med Teach. 2014 Feb;36(2):181. doi: 10.3109/0142159X.2013.789496.
Jassal MS, Diette GB, Dowdy DW.	Cost-consequence analysis of multimodal interventions with environmental components for pediatric asthma in the state of Maryland.	J Asthma. 2013 Aug;50(6):672-80. doi: 10.3109/02770903.2013.792351. Epub 2013 May 9.
Schinasi DA, Nadel FM, Hales R, Boswinkel JP, Donoghue AJ.	Assessing pediatric residents' clinical performance in procedural sedation: a simulation-based needs assessment.	Pediatr Emerg Care. 2013 Apr;29(4):447-52. doi: 10.1097/PEC.0b013e31828b6552.
Are pediatric interns prepared to perform infant lumbar punctures? A multi-institutional descriptive study.	Are pediatric interns prepared to perform infant lumbar punctures? A multi-institutional descriptive study.	Pediatr Emerg Care. 2013 Apr;29(4):453-7. doi: 10.1097/PEC.0b013e31828a2011.
Surcouf JW, Chauvin SW, Ferry J, Yang T, Barkemeyer B.	Enhancing residents' neonatal resuscitation competency through unannounced simulation-based training.	Med Educ Online. 2013 Mar 21;18:1-7. doi: 10.3402/meo.v18i0.18726.
Iyer MS et al.	Assessing the validity evidence of an objective structured assessment tool of technical skills for neonatal lumbar punctures.	Acad Emerg Med. 2013 Mar;20(3):321-4. doi: 10.1111/acem.12093.

Kessler DO et al.	Interns' success with clinical procedures in infants after simulation training.	Pediatrics. 2013 Mar;131(3):e811-20. doi: 10.1542/peds.2012-0607.
Sainte-Justine Pediatric Airway Simulation Group, Cavel O et al.	Improving training in pediatric otolaryngology: simulating airway surgery.	Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2013 Jun;77(6):883-4. doi: 10.1016/j.ijporl.2013.01.016.
Wolbrink TA, Burns JP.	Teaching trainees to perform procedures on critically ill children: ethical concerns and emerging solutions.	Virtual Mentor. 2012 Oct 1;14(10):771-7. doi:10.1001/virtualmentor.2012.14.10.medu1-1210.
Calhoun AW, Boone MC, Miller KH, Pian-Smith MC.	Case and commentary: using simulation to address hierarchy issues during medical crises.	Simul Healthc. 2013 Feb;8(1):13-9. doi: 10.1097/SIH.0b013e318280b202.
Eppich WJ et al.	The role of high-fidelity simulation in training pediatric emergency medicine fellows in the United States and Canada.	Pediatr Emerg Care. 2013 Jan;29(1):1-7. doi: 10.1097/PEC.0b013e31827b20d0.
Hill K, Hamilton J.	Using videoed simulated clinical interaction to promote communication skills and reflective practice for overseas-born medical students.	Commun Med. 2013;10(1):1-11.
Patterson MD, Geis GL, Falcone RA, LeMaster T, Wears RL.	In situ simulation: detection of safety threats and teamwork training in a high risk emergency department.	BMJ Qual Saf. 2013 Jun;22(6):468-77. doi: 10.1136/bmjqs-2012-000942.
Bidarkar SS, Wood J, Cohen RC, Holland AJ.	Role of simulation for paediatric proceduralists: practice makes perfect or trial and error?	J Paediatr Child Health. 2013 Feb;49(2):94-8. doi: 10.1111/jpc.12039.
Lambden S, DeMunter C, Dowson A, Cooper M, Gautama S, Sevdalis N.	The Imperial Paediatric Emergency Training Toolkit (IPETT) for use in paediatric emergency training: development and evaluation of feasibility and validity.	Resuscitation. 2013 Jun;84(6):831-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.11.013. Epub 2012 Dec 7.
Cicero MX, Riera A, Northrup V, Auerbach M, Pearson K, Baum CR.	Design, validity, and reliability of a pediatric resident JumpSTART disaster triage scoring instrument.	Acad Pediatr. 2013 Jan-Feb;13(1):48-54. doi: 10.1016/j.acap.2012.09.002.

Brown CM, Lloyd EC, Swearingen CJ, Boateng BA.	Improving resident self-efficacy in pediatric palliative care through clinical simulation.	J Palliat Care. 2012 Autumn;28(3):157-63.
Grech V, Buttigieg M.	Creating a novel mock clinical examination for the Membership of the Royal College of Paediatrics and Child Health in Malta.	J Vis Commun Med. 2012 Sep;35(3):124-8. doi: 10.3109/17453054.2012.713920.
Roca P, Alvarado C, Stausmire JM, Farooq S, Hill-Engstler EA.	Effectiveness of a simulated training model for procedural skill demonstration in neonatal circumcision.	Simul Healthc. 2012 Dec;7(6):362-73. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182634ace.
White ML, Jones R, Zinkan L, Tofil NM.	Transfer of simulated lumbar puncture training to the clinical setting.	Pediatr Emerg Care. 2012 Oct;28(10):1009-12. doi: 10.1097/PEC.0b013e31826ca96b.
Echevarría Moreno M et al.	The objective structured clinical evaluation of teaching in anaesthesiology and resuscitation	Rev Esp Anesthesiol Reanim. 2012 Mar;59(3):134-41. doi: 10.1016/j.redar.2012.02.029.
Fehr JJ, Honkanen A, Murray DJ.	Simulation in pediatric anesthesiology.	Paediatr Anaesth. 2012 Oct;22(10):988-94. doi: 10.1111/pan.12001. Review.
Chitkara R, Rajani AK, Oehlert JW, Lee HC, Epi MS, Halamek LP.	The accuracy of human senses in the detection of neonatal heart rate during standardized simulated resuscitation: implications for delivery of care, training and technology design.	Resuscitation. 2013 Mar;84(3):369-72. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.07.035. Epub 2012 Aug 25.
Brett-Fleegler M et al.	Debriefing assessment for simulation in healthcare: development and psychometric properties.	Simul Healthc. 2012 Oct;7(5):288-94. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182620228.
Mencia S et al.	Evaluation of advanced medical simulation courses for training of paediatric residents in emergency situations	An Pediatr (Barc). 2013 Apr;78(4):241-7. doi: 10.1016/j.anpedi.2012.07.003.
Duff JP, Cheng A, Bahry LM, Hopkins J, Richard M, Schexnayder SM, Carbonaro M;	Development and validation of a multiple choice examination assessing cognitive and behavioural knowledge of pediatric resuscitation: a report from the EXPRESS pediatric research collaborative.	Resuscitation. 2013 Mar;84(3):365-8. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.07.018. Epub 2012 Jul 25.

## EXPRESS

investigators.

- Dull KE, Bachur RG. Simulation in the pediatric emergency department. *Clin Pediatr (Phila)*. 2012 Aug;51(8):711-7. doi: 10.1177/0009922811420716.
- Theilen U, Leonard P, Jones P, Ardill R, Weitz J, Agrawal D, Simpson D. Regular in situ simulation training of paediatric medical emergency team improves hospital response to deteriorating patients. *Resuscitation*. 2013 Feb;84(2):218-22. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.06.027.
- Singhal N, Lockyer J, Fidler H, Aziz K, McMillan D, Qiu X, Ma X, Du L, Lee SK. Acute Care of At-Risk Newborns (ACoRN): quantitative and qualitative educational evaluation of the program in a region of China. *BMC Med Educ*. 2012 Jun 20;12:44. doi: 10.1186/1472-6920-12-44.
- Cicero MX, Auerbach MA, Zigmont J, Riera A, Ching K, Baum CR. Simulation training with structured debriefing improves residents' pediatric disaster triage performance. *Prehosp Disaster Med*. 2012 Jun;27(3):239-44. doi: 10.1017/S1049023X12000775.
- Ang H, Veldman A, Lewis A, Carse E, Wong FY. Procedural training opportunities for basic pediatric trainees during a 6-month rotation in a level III perinatal centre in Australia. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2012 Nov;25(11):2428-31. doi: 10.3109/14767058.2012.700343.
- Gearhart SL, Wang MH, Gilson MM, Chen B, Kern DE. Teaching and assessing technical proficiency in surgical subspecialty fellowships. *J Surg Educ*. 2012 Jul-Aug;69(4):521-8. doi: 10.1016/j.jsurg.2012.04.004.
- Sawyer T, Sierocka-Castaneda A, Chan D, Berg B, Lustik M, Thompson M. The effectiveness of video-assisted debriefing versus oral debriefing alone at improving neonatal resuscitation performance: a randomized trial. *Simul Healthc*. 2012 Aug;7(4):213-21. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182578eae.
- Popp J, Yochum L, Spinella PC, Donahue S, Finck C. Simulation training for surgical residents in pediatric trauma scenarios. *Conn Med*. 2012 Mar;76(3):159-62.
- Bretholz A, Doan Q, Cheng A, Lauder G. A presurvey and postsurvey of a web- and simulation-based course of ultrasound-guided nerve blocks for pediatric emergency medicine. *Pediatr Emerg Care*. 2012 Jun;28(6):506-9. doi: 10.1097/PEC.0b013e3182586f42.



McCrary MC, Aboumatar H, Custer JW, Yang CP, Hunt EA.	"ABC-SBAR" training improves simulated critical patient hand-off by pediatric interns.	Pediatr Emerg Care. 2012 Jun;28(6):538-43. doi: 10.1097/PEC.0b013e3182587f6e.
Cheng A, Rodgers DL, van der Jagt É, Eppich W, O'Donnell J.	Evolution of the Pediatric Advanced Life Support course: enhanced learning with a new debriefing tool and Web-based module for Pediatric Advanced Life Support instructors.	Pediatr Crit Care Med. 2012 Sep;13(5):589-95.
Kalechstein S et al.	Evaluation of a new pediatric intraosseous needle insertion device for low-resource settings.	J Pediatr Surg. 2012 May;47(5):974-9. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2012.01.055.
Lee MO, Brown LL, Bender J, Machan JT, Overly FL.	A medical simulation-based educational intervention for emergency medicine residents in neonatal resuscitation.	Acad Emerg Med. 2012 May;19(5):577-85. doi: 10.1111/j.1553-2712.2012.01361.x.
Marwan Y, Al-Saddique M, Hassan A, Karim J, Al-Saleh M.	Are medical students accepted by patients in teaching hospitals?	Med Educ Online. 2012;17:17172. doi: 10.3402/meo.v17i0.17172.
Barry JS, Gibbs MD, Rosenberg AA.	A delivery room-focused education and deliberate practice can improve pediatric resident resuscitation training.	J Perinatol. 2012 Dec;32(12):920-6. doi: 10.1038/jp.2012.27. Epub 2012 Mar 29.
Spedding R, Jenner R, Potier K, Mackway-Jones K, Carley S.	Blended learning in paediatric emergency medicine: preliminary analysis of a virtual learning environment.	Eur J Emerg Med. 2013 Apr;20(2):98-102. doi: 10.1097/MEJ.0b013e3283514cdf.
Grant EC, Grant VJ, Bhanji F, Duff JP, Cheng A, Lockyer JM.	The development and assessment of an evaluation tool for pediatric resident competence in leading simulated pediatric resuscitations.	Resuscitation. 2012 Jul;83(7):887-93. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.015. Epub 2012 Jan 28.
Macneal J.	Standardized simulations: live pediatric patients increase paramedic student familiarity.	JEMS. 2012 Jan;37(1):36-8. doi: 10.1016/S0197-2510(12)70016-5.
Dubrowski A, Brydges R, Satterthwaite L, Xeroulis G, Classen R.	Do not teach me while I am working!	Am J Surg. 2012 Feb;203(2):253-7. doi: 10.1016/j.amjsurg.2010.08.020.

Langhan ML, Auerbach M, Smith AN, Chen L.	Improving detection by pediatric residents of endotracheal tube dislodgement with capnography: a randomized controlled trial.	J Pediatr. 2012 Jun;160(6):1009-14.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2011.12.012.
Schebesta K, Rössler B, Kimberger O, Hüpfl M.	Impact of the European Paediatric Life Support course on knowledge of resuscitation guidelines among Austrian emergency care providers.	Minerva Anesthesiol. 2012 Apr;78(4):434-41. Epub 2012 Jan 12.
Reid J et al.	The Simulation Team Assessment Tool (STAT): development, reliability and validation.	Resuscitation. 2012 Jul;83(7):879-86. doi: 10.1016/j.resuscitation.2011.12.012.
McQueen AA, Mitchell DL, Joseph-Griffen MA.	"Not little adults": pediatric considerations in medical simulation.	Dis Mon. 2011 Dec;57(12):780-8. doi: 10.1016/j.disamonth.2011.08.006
DeGarmo N, Rodriguez N, Amer M, Wang EE.	Simulation in neonatal resuscitation.	Dis Mon. 2011 Dec;57(12):775-9. doi: 10.1016/j.disamonth.2011.08.014
Litrivis E, Singh AL, Moonian A, Mahadeo KM.	An assessment of end-of-life-care training: should we consider a cross-fellowship, competency-based simulated program?	J Pediatr Hematol Oncol. 2012 Aug;34(6):488-9. doi: 10.1097/MPH.0b013e318236b075
Bosse HM, Schultz JH, Nickel M, Lutz T, Möltner A, Jünger J, Huwendiek S, Nikendei C.	The effect of using standardized patients or peer role play on ratings of undergraduate communication training: a randomized controlled trial.	Patient Educ Couns. 2012 Jun;87(3):300-6. doi: 10.1016/j.pec.2011.10.007.
Fleischman RJ, Yarris LM, Curry MT, Yuen SC, Breon AR, Meckler GD.	Pediatric educational needs assessment for urban and rural emergency medical technicians.	Pediatr Emerg Care. 2011 Dec;27(12):1130-5. doi: 10.1097/PEC.0b013e31823a3e73.
Watson CM, Duval-Arnould JM, McCrory MC, Froz S, Connors C, Perl TM, Hunt EA.	Simulated pediatric resuscitation use for personal protective equipment adherence measurement and training during the 2009 influenza (H1N1) pandemic.	Jt Comm J Qual Patient Saf. 2011 Nov;37(11):515-23.

McEvoy MM, Butler B, MacCarrick G, Nicholson AJ.	Virtual patients: an effective educational intervention to improve paediatric basic specialist trainee education in the management of suspected child abuse?	Ir Med J. 2011 Sep;104(8):250-2.
O'Leary FM.	Paediatric resuscitation training: is e-learning the answer? A before and after pilot study.	J Paediatr Child Health. 2012 Jun;48(6):529-33. doi: 10.1111/j.1440-1754.2011.02250.x.
Griffin GR, Hoesli R, Thorne MC.	Validity and efficacy of a pediatric airway foreign body training course in resident education.	Ann Otol Rhinol Laryngol. 2011 Oct;120(10):635-40.
Barrett J, Hodgson J.	Hospital simulated patient programme: a guide.	Clin Teach. 2011 Dec;8(4):217-21. doi: 10.1111/j.1743-498X.2011.00479.x.
Fehr JJ, Boulet JR, Waldrop WB, Snider R, Brockel M, Murray DJ.	Simulation-based assessment of pediatric anesthesia skills.	Anesthesiology. 2011 Dec;115(6):1308-15. doi: 10.1097/ALN.0b013e318238bcf6.
Finan E, Bismilla Z, Campbell C, Leblanc V, Jefferies A, Whyte HE.	Improved procedural performance following a simulation training session may not be transferable to the clinical environment.	J Perinatol. 2012 Jul;32(7):539-44. doi: 10.1038/jp.2011.141. Epub 2011 Sep 29.
Cuttano A, Scaramuzzo RT, Gentile M, Ciantelli M, Sigali E, Boldrini A.	Education in neonatology by simulation: between reality and declaration of intent.	J Matern Fetal Neonatal Med. 2011 Oct;24 Suppl 1:97-8. doi: 10.3109/14767058.2011.607572.
Sawyer T, Sierocka- Castaneda A, Chan D, Berg B, Lustik M, Thompson M.	Deliberate practice using simulation improves neonatal resuscitation performance.	Simul Healthc. 2011 Dec;6(6):327-36. doi: 10.1097/SIH.0b013e31822b1307.
Ellis D, Hobbs G, Turner DA.	Multidisciplinary trauma simulation for the general paediatrician.	Med Educ. 2011 Nov;45(11):1156-7. doi: 10.1111/j.1365-2923.2011.04103.x.
Grant DJ, Marriage SC.	Training using medical simulation.	Arch Dis Child. 2012 Mar;97(3):255-9. doi: 10.1136/archdischild-2011-300592.
Feinberg RA, Swygert KA, Haist	The impact of postgraduate training on USMLE® step 3® and	J Gen Intern Med. 2012 Jan;27(1):65-70. doi: 10.1007/s11606-011-1835-1.

SA, Dillon GF, Murray CT.	its computer-based case simulation component.	
Arnold J.	The Neonatal Resuscitation Program comes of age.	J Pediatr. 2011 Sep;159(3):357-358.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2011.05.053.
McBride ME, Waldrop WB, Fehr JJ, Boulet JR, Murray DJ.	Simulation in pediatrics: the reliability and validity of a multiscenario assessment.	Pediatrics. 2011 Aug;128(2):335-43. doi: 10.1542/peds.2010-3278.
Gerard JM, Thomas SM, Germino KW, Street MH, Burch W, Scalzo AJ.	The effect of simulation training on PALS skills among family medicine residents.	Fam Med. 2011 Jun;43(6):392-9.
Ortiz N, Pedrogo Y, Bonet N.	Integration of high-fidelity simulator in third-year paediatrics clerkship.	Clin Teach. 2011 Jun;8(2):105-8. doi: 10.1111/j.1743-498X.2011.00438.x.
Kessler DO, Auerbach M, Pusic M, Tunik MG, Foltin JC.	A randomized trial of simulation-based deliberate practice for infant lumbar puncture skills.	Simul Healthc. 2011 Aug;6(4):197-203. doi: 10.1097/SIH.0b013e318216bfc1.
van Schaik SM, Plant J, Diane S, Tsang L, O'Sullivan P.	Interprofessional team training in pediatric resuscitation: a low-cost, in situ simulation program that enhances self-efficacy among participants.	Clin Pediatr (Phila). 2011 Sep;50(9):807-15. doi: 10.1177/0009922811405518.
Walsh BK, Gentile MA, Grenier BM.	Orienting new respiratory therapists into the neonatal/pediatric environment: a survey of educators and managers.	Respir Care. 2011 Aug;56(8):1122-9. doi: 10.4187/respcare.00972.
Fonte M, Oulego-Erraz I, Nadkarni L, Sánchez-Santos L, Iglesias-Vázquez A, Rodríguez-Núñez A.	A randomized comparison of the GlideScope videolaryngoscope to the standard laryngoscopy for intubation by pediatric residents in simulated easy and difficult infant airway scenarios.	Pediatr Emerg Care. 2011 May;27(5):398-402. doi: 10.1097/PEC.0b013e318217b550.
Jabbour N, Reihnen T, Sweet RM, Sidman JD.	Psychomotor skills training in pediatric airway endoscopy simulation.	Otolaryngol Head Neck Surg. 2011 Jul;145(1):43-50. doi: 10.1177/0194599811403379.
Cheng A et al.	EXPRESS--Examining Pediatric Resuscitation Education Using Simulation and Scripting. The birth of an international	Simul Healthc. 2011 Feb;6(1):34-41. doi: 10.1097/SIH.0b013e3181f6a887.

	pediatric simulation research collaborative--from concept to reality.	
Adler MD et al.	Comparison of checklist and anchored global rating instruments for performance rating of simulated pediatric emergencies.	Simul Healthc. 2011 Feb;6(1):18-24. doi: 10.1097/SIH.0b013e318201aa90.
Grant VJ, Cheng A.	The Canadian Pediatric Simulation Network: a report from the second national meeting in september 2009.	Simul Healthc. 2010 Dec;5(6):355-8. doi: 10.1097/SIH.0b013e318201e261.
Halamek LP.	Lost moon, saved lives: using the movie Apollo 13 as a video primer in behavioral skills for simulation trainees and instructors.	Simul Healthc. 2010 Oct;5(5):303-10. doi: 10.1097/SIH.0b013e3181e5e329.
Deutsch ES, Olivieri JJ, Hossain J, Sobolewski HL.	Medical simulation topic interests in a pediatric healthcare system.	Simul Healthc. 2010 Oct;5(5):289-94. doi: 10.1097/SIH.0b013e3181f5c1c0.
Loveless MB, Finkenzeller D, Ibrahim S, Satin AJ.	A simulation program for teaching obstetrics and gynecology residents the pediatric gynecology examination and procedures.	J Pediatr Adolesc Gynecol. 2011 Jun;24(3):127-36. doi: 10.1016/j.jpag.2010.12.003.
Lendvay TS.	Surgical simulation in pediatric urologic education.	Curr Urol Rep. 2011 Apr;12(2):137-43. doi: 10.1007/s11934-011-0170-8. Review.
Rovamo L, Mattila MM, Andersson S, Rosenberg P.	Assessment of newborn resuscitation skills of physicians with a simulator manikin.	Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2011 Sep;96(5):F383-9. doi: 10.1136/adc.2010.194043.
Cloutier RL, Walthall JD, Mull CC, Nypaver MM, Baren JM.	Best educational practices in pediatric emergency medicine during emergency medicine residency training: guiding principles and expert recommendations.	Acad Emerg Med. 2010 Oct;17 Suppl 2:S104-13. doi: 10.1111/j.1553-2712.2010.00893.x. Review.
Auerbach M, Kessler D, Foltin JC.	Repetitive pediatric simulation resuscitation training.	Pediatr Emerg Care. 2011 Jan;27(1):29-31. doi: 10.1097/PEC.0b013e3182043f3b.
d'Agincourt-Canning LG, Kissoon N, Singal M, Pitfield AF.	Culture, communication and safety: lessons from the airline industry.	Indian J Pediatr. 2011 Jun;78(6):703-8. doi: 10.1007/s12098-010-0311-y.

Nazarian BL,	Identifying what pediatric residents are taught about children and youth with special health care needs and the medical home.	Pediatrics. 2010 Dec;126 Suppl 3:S183-9. doi: 10.1542/peds.2010-14660.
Glader L,		
Choueiri R,		
Shipman DL,		
Sadof M.		
Stewart M,	Undergraduate interprofessional education using high-fidelity paediatric simulation.	Clin Teach. 2010 Jun;7(2):90-6. doi: 10.1111/j.1743-498X.2010.00351.x.
Kennedy N,		
Cuene-Grandidier H.		
Lidefelt KJ, Rune S, Escher C, Ohlén G.	Safer pediatric care with simulator training	Lakartidningen. 2010 Sep 8-14;107(36):2106-7. Swedish.
Christner JG,	Use of simulated electronic mail (e-mail) to assess medical student knowledge, professionalism, and communication skills.	Acad Med. 2010 Oct;85(10 Suppl):S1-4. doi: 10.1097/ACM.0b013e3181ed45f8.
Stansfield RB,		
Schiller JH,		
Madenci A,		
Keefer PM, Pituch K.		
Ishman SL, Brown DJ, Boss EF, Skinner ML, Tunkel DE, Stavinoha R, Lin SY.	Development and pilot testing of an operative competency assessment tool for pediatric direct laryngoscopy and rigid bronchoscopy.	Laryngoscope. 2010 Nov;120(11):2294-300. doi: 10.1002/lary.21067.
Roy KM, Miller MP, Schmidt K, Sagy M.	Pediatric residents experience a significant decline in their response capabilities to simulated life-threatening events as their training frequency in cardiopulmonary resuscitation decreases.	Pediatr Crit Care Med. 2011 May;12(3):e141-4. doi: 10.1097/PCC.0b013e3181f3a0d1.
Southgate WM, Annibale DJ.	Simulation training in graduate medical education: a means of traversing a changed and changing landscape.	Adv Neonatal Care. 2010 Oct;10(5):261-8. doi: 10.1097/ANC.0b013e3181f08d38
Lenchus JD.	End of the "see one, do one, teach one" era: the next generation of invasive bedside procedural instruction.	J Am Osteopath Assoc. 2010 Jun;110(6):340-6.
Andreatta P,	Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates.	Pediatr Crit Care Med. 2011 Jan;12(1):33-8. doi: 10.1097/PCC.0b013e3181e89270.
Saxton E,		
Thompson M,		
Annich G.		

Nishisaki A et al.	Effect of just-in-time simulation training on tracheal intubation procedure safety in the pediatric intensive care unit.	Anesthesiology. 2010 Jul;113(1):214-23. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181e19bf2.
Huwendiek S, de Leng BA.	Virtual patient design and curricular integration evaluation toolkit.	Med Educ. 2010 May;44(5):519. doi: 10.1111/j.1365-2923.2010.03665.x.
Calaman S, McGregor RS, Spector ND.	How can we assure procedural competence in pediatric residents in an era of diminishing opportunities? The answer is simulation-based training.	J Pediatr. 2010 Jun;156(6):865-6, 866.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2010.02.058.
Fallucco EM, Hanson MD, Glowinski AL.	Teaching pediatric residents to assess adolescent suicide risk with a standardized patient module.	Pediatrics. 2010 May;125(5):953-9. doi: 10.1542/peds.2009-2135.
Lehmann R, Bosse HM, Huwendiek S.	Blended learning using virtual patients and skills laboratory training.	Med Educ. 2010 May;44(5):521-2. doi: 10.1111/j.1365-2923.2010.03653.x.
Schmölzer GM, Kamlin OC, Dawson JA, te Pas AB, Morley CJ, Davis PG.	Respiratory monitoring of neonatal resuscitation.	Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2010 Jul;95(4):F295-303. doi: 10.1136/adc.2009.165878.
Brydges R, Farhat WA, El-Hout Y, Dubrowski A.	Pediatric urology training: performance-based assessment using the fundamentals of laparoscopic surgery.	J Surg Res. 2010 Jun 15;161(2):240-5. doi: 10.1016/j.jss.2008.12.041.

**Tabla 5. Lista de artículos y autores en búsqueda electrónica en Pubmed**







